

# **> Linee ad alta tensione Aiuto per l'esecuzione dell'ORNI**

*Raccomandazioni per l'esecuzione, il calcolo e la misurazione*

**Progetto sperimentale, giugno 2007**

### **Valenza giuridica**

La presente pubblicazione è il progetto di un aiuto all'esecuzione dell'UFAM in qualità di autorità specializzata della Confederazione nel settore della protezione dalle radiazioni non ionizzanti (RNI). Nel testo viene data concretezza a concetti giuridici indeterminati, contemplati nella legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) e nell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), nell'intento di uniformarne l'esecuzione nella prassi. Quando le autorità direttive della Confederazione responsabili dell'autorizzazione delle linee ad alta tensione e quando le autorità cantonali competenti per la delimitazione delle nuove zone edificabili tengono conto di questo progetto, si può partire dal presupposto che esse applicano la legislazione in modo conforme al diritto federale; sono tuttavia ammesse anche altre soluzioni alternative, a condizione che siano conformi al diritto federale. L'aiuto all'esecuzione fornisce indirettamente dei punti di riferimento anche ai privati, in particolare alle imprese elettriche, consentendo loro di valutare la conformità giuridica del loro operato economico. Dopo la fase sperimentale l'UFAM, sulla base delle esperienze raccolte, pubblicherà un aiuto all'esecuzione rielaborato e definitivo per la serie di scritti «Pratica ambientale».

### **Nota editoriale**

#### **Editore**

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un Ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

#### **Autori**

Dott. Jürg Baumann, Dott. Stefan Joss, UFAM, Sezione RNI

#### **Indicazione bibliografica**

Baumann J., Joss S. 2007: Linee ad alta tensione. Aiuto per l'esecuzione dell'ORNI. V Raccomandazioni per l'esecuzione, il calcolo e la misurazione. Progetto sperimentale, giugno 2007 Pratica ambientale. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. 137 p.

#### **Traduzione**

Sandro Corradini

#### **Progetto grafico**

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

#### **Lingue**

Questo progetto è disponibile anche in lingua francese e tedesca

#### **Per scaricare il file PDF**

[www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)  
(disponibile soltanto in formato elettronico)

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>Requisiti</b>	<b>28</b>	
<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>6</b>	3.1	Limitazioni preventive delle emissioni	28
1.1	Scopo e campo d'applicazione	6	3.1.1	Nuovi impianti	28
1.2	Schema di protezione dell'ORNI	8	3.1.2	Vecchi impianti	28
			3.1.3	Modifica di impianti	29
			3.1.4	Deroghe	32
			3.1.5	Conformità dell'esercizio effettivo allo stato di esercizio determinante approvato	33
<b>2</b>	<b>Definizioni</b>	<b>9</b>	3.2	Rispetto dei valori limite d'immissione	34
2.1	Impianto	9	3.3	Delimitazione di nuove zone edificabili	35
2.1.1	Sezione di linea sottoposta a valutazione	10	3.4	Obbligo di collaborazione e di notifica del titolare dell'impianto	37
2.1.2	Linee comuni	10			
2.1.3	Area circoscritta e facilmente delimitabile in caso di linee parallel	10	<b>4</b>	<b>Diritti della popolazione</b>	<b>39</b>
2.1.4	Interfaccia fra la linea e sottostazioni, impianti di distribuzione e stazioni di trasformazione	14	4.1	Partecipazione alle procedure di approvazione dei piani e di risanamento	39
2.1.5	Elettrodotti delle ferrovie (16.7 Hz) in prossimità di impianti di linee di contatto	14	4.2	Informazioni sull'esercizio di linee dopo la conclusione di una procedura di approvazione dei piani o di risanamento	41
2.2	Titolare dell'impianto	15			
2.3	Valore limite dell'impianto (VLImp)	16	<b>5</b>	<b>Esecuzione dell'ORNI per le linee di nuova realizzazione o da modificare</b>	<b>42</b>
2.4	Stato di esercizio determinante	17	5.1	Campo d'applicazione	42
2.4.1	Corrente determinante	17	5.2	Scheda dei dati sul sito	42
2.4.2	Direzioni del carico determinanti	19	5.3	Domanda di deroga	42
2.4.3	Freccia determinante dei conduttori di linee aeree	20	5.4	Esame e approvazione da parte dell'autorità	42
2.5	Impianti vecchi e nuovi	21	5.5	Esercizio dell'impianto	43
2.5.1	Considerazioni generali	21	5.5.1	Registrazione dei dati di esercizio	43
2.5.2	Trasferimento di un vecchio impianto in un altro sito	22	5.5.2	Misurazione di collaudo	44
2.5.3	Sostituzione di un vecchio impianto nello stesso sito	22			
2.6	Modifica di un vecchio impianto	23	<b>6</b>	<b>Esecuzione dell'ORNI per le vecchie linee</b>	<b>45</b>
2.6.1	Modifica della disposizione dei conduttori	23	6.1	Campo d'applicazione	45
2.6.2	Modifica dello stato di esercizio determinante	23	6.2	Accertamento della necessità di risanamento	45
2.6.3	Modifica dell'occupazione di fase	24	6.3	Modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione»	46
2.6.4	Nessuna modifica ai sensi dell'ORNI	24	6.4	Esame da parte dell'autorità	46
2.7	Luoghi a utilizzazione sensibile (LAUS)	25	6.4.1	Nessun risanamento	46
2.8	Locali e spazi di soggiorno di breve durata (LSBD)	26	6.4.2	Risanamento	46
2.9	Perimetro di indagine e di legittimazione	27	6.4.3	Registrazione dei dati di esercizio	47
2.9.1	Perimetro di indagine	27	6.5	Esercizio dell'impianto	47
2.9.2	Perimetro di legittimazione	27			

<b>7</b>	<b>Delimitazione di nuove zone edificabili</b>	<b>48</b>	8.6.1	Considerazioni generali	71
7.1	Delimitazione di nuove zone edificabili accanto a linee esistenti	48	8.6.2	Analisi statistica dei dati relativi al carico di due tratti di linea	71
7.2	Delimitazione di nuove zone edificabili accanto a linee pianificate	48	8.6.3	Previsione nella fase di progettazione	72
<hr/>			8.6.4	Determinazione sulla base di registrazioni di esercizio	72
<b>8</b>	<b>Metodi di calcolo e di misurazione</b>	<b>49</b>	8.7	Determinazione dell'intensità del campo elettrico	73
8.1	Modellazione della densità del flusso magnetico	49	8.7.1	Scopo	73
8.1.1	Scopo	49	8.7.2	Metodi	73
8.1.2	Rapporto fra modellazione e misurazione della densità del flusso magnetico	49	8.7.3	Stato di esercizio EMax	73
8.1.3	Luogo per la modellazione	50	8.7.4	Luogo del rilevamento	74
8.1.4	Modellazione per lo stato di esercizio determinante	50	8.7.5	Modellazione dell'intensità del campo elettrico	75
8.2	Misurazione di collaudo	53	<hr/>		
8.2.1	Considerazioni generali	53	<b>Allegato</b>		<b>76</b>
8.2.2	Determinazione delle correnti e degli angoli di carico	55	A1	Scheda dei dati sul sito per linee ad alta tensione	76
8.2.3	Determinazione della posizione dei conduttori e del luogo di misurazione	56	A1-1	Struttura della scheda dei dati sul sito	76
8.2.4	Misurazione della densità del flusso magnetico	57	A1-2	Esempi	79
8.2.5	Modellazione della densità del flusso magnetico per lo stato di esercizio durante la misurazione di collaudo	58	A1-3	Istruzioni per la compilazione della scheda dei dati sul sito	81
8.2.6	Incertezza della misurazione di collaudo	59	A2	Modulo di notifica: Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione	105
8.2.7	Convalida del modello di linea	60	A2-1	Struttura del modulo di notifica	105
8.2.8	Requisiti del rapporto di misura	60	A2-2	Istruzioni per la compilazione del modulo di notifica	108
8.2.9	Accreditamento dei laboratori di prova o organismi d'ispezione	60	A3	Modulo di notifica: Distanza di progettazione per nuove zone edificabili in presenza di una linea ad alta tensione	120
8.3	Distanza indicativa per rispettare il valore limite dell'impianto	61	A3-1	Istruzioni per la compilazione del modulo di notifica	120
8.3.1	Scopo	61	A4	Corrente limite termica di linee aeree	125
8.3.2	Campo di applicazione	61	A5	Combinazione determinante delle direzioni di carico di due tratti di linea	127
8.3.3	Distanza indicativa	62	A6	Stima dell'incertezza delle misurazioni di collaudo	129
8.4	Determinazione dell'occupazione di fase ottimale	64	A6-1	Procedura generale	129
8.4.1	Considerazioni generali	64	A6-2	Esempio	130
8.4.2	Due tratti della medesima frequenza	65	A7	Requisiti per l'adattamento di vecchi impianti	134
8.4.3	Tre e più tratti della medesima frequenza	65	<hr/>		
8.4.4	Aspetti di ampio raggio	66	<b>Abbreviazioni / Glossario</b>		<b>136</b>
8.5	Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine	66			
8.5.1	Determinazione del perimetro di legittimazione	66			
8.5.2	Determinazione del perimetro di indagine	70			
8.6	Determinazione della combinazione determinante delle direzioni di carico	71			

---

## > Prefazione

Le linee ad alta tensione costituiscono la struttura di base dell'approvvigionamento energetico. Esse trasportano l'energia elettrica dalle centrali ai consumatori e consentono gli scambi di elettricità oltre i confini nazionali. Tuttavia, queste linee producono, come fenomeno collaterale, anche campi magnetici a bassa frequenza e, in parte, campi elettrici. Nell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), entrata in vigore il 1° febbraio 2000, il Consiglio federale ha definito dei valori limite per questi campi e ha emanato delle prescrizioni di risanamento per gli impianti esistenti.

Con le presenti raccomandazioni per l'esecuzione, il calcolo e la misurazione l'UFAM precisa le prescrizioni dell'ORNI e concretizza la loro esecuzione. Adempie inoltre al proprio obbligo di raccomandare metodi per il calcolo e la misurazione dei campi elettrici e magnetici. Per la preparazione della presente pubblicazione l'UFAM è stato coadiuvato da un gruppo di accompagnamento costituito da rappresentanti dell'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte, dell'Ufficio federale dell'energia, dell'Ufficio federale dei trasporti, dei servizi cantonali specializzati in materia di RNI, dell'Unione delle centrali svizzere di elettricità, delle FFS e di organizzazioni ambientali ai quali esprimiamo i nostri ringraziamenti per il loro prezioso contributo.

Alcuni dei metodi di prova e delle procedure adottati sono nuovi, e in parte non è ancora disponibile un numero sufficiente di esperienze pratiche. Il presente aiuto all'esecuzione viene pertanto pubblicato in via preliminare come progetto sperimentale per una durata di due anni. Al termine della fase di sperimentazione, si procederà ad analizzare le esperienze e, se necessario, l'aiuto all'esecuzione verrà adattato e pubblicato in forma definitiva.

Una parte del presente aiuto all'esecuzione riguarda le misurazioni di collaudo. Il relativo capitolo, già nella presente versione, costituisce la base per accreditare i laboratori di misura presso il Servizio di accreditamento svizzero.

Con il presente aiuto all'esecuzione (rivolto alle autorità incaricate dell'esecuzione, alle imprese del settore dell'elettricità, ai laboratori di misura e alla popolazione interessata) l'UFAM spera di contribuire a una maggiore chiarezza per quanto riguarda l'esecuzione dell'ORNI nell'ambito delle linee ad alta tensione.

Altri documenti di lavoro, in particolare i moduli riportati negli allegati, gli esempi e un programma per PC per l'elaborazione dei dati d'esercizio sono disponibili sul sito Internet dell'UFAM all'indirizzo [www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it).

Dott. Martin Schiess  
Responsabile della divisione Protezione dell'aria e RNI  
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

# 1 > Introduzione

---

## 1.1 Scopo e campo d'applicazione

Le presenti raccomandazioni per l'esecuzione, il calcolo e la misurazione (aiuto all'esecuzione) sono una guida dettagliata che illustra come le autorità esecutive della Confederazione possono verificare se una linea elettrica soddisfa i requisiti dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI; RS 814.710). Contiene inoltre informazioni che consentono di assicurare il rispetto dei requisiti dell'ORNI quando si delimitano nuove zone edificabili accanto a linee esistenti o pianificate. Con il presente aiuto all'esecuzione l'UFAM adempie in particolare al proprio obbligo di raccomandare metodi di misurazione e di calcolo idonei ai fini di controllare il rispetto delle limitazioni delle emissioni (art. 12 ORNI) e rilevare le immissioni (art. 14 ORNI).

Il presente aiuto all'esecuzione è composto da:

- > spiegazioni e precisazioni sull'ORNI;
- > raccomandazioni per la procedura da adottare in caso di risanamento, nuova realizzazione e modifica di una linea nonché in caso di delimitazione di nuove zone edificabili;
- > raccomandazione per il calcolo della densità del flusso magnetico e dell'intensità del campo elettrico di linee elettriche;
- > raccomandazione per la misurazione della densità del flusso magnetico di linee elettriche;
- > la scheda dei dati sul sito per le linee ad alta tensione (nuova realizzazione e modifica di una linea);
- > modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione»;
- > modulo di notifica «Distanza di progettazione per nuove zone edificabili in presenza di una linea ad alta tensione».

Non contiene invece prescrizioni tecniche su come costruire o risanare le linee al fine di ridurre le emissioni. Per i piani e le esperienze corrispondenti si rimanda alla letteratura specialistica in materia di elettrotecnica.

Il presente aiuto all'esecuzione si rivolge in via prioritaria alle autorità direttive della Confederazione responsabili dell'approvazione di linee ad alta tensione (spiegazioni concernenti l'ORNI, raccomandazioni relative alle misurazioni e ai calcoli, esecuzione) e alle autorità cantonali responsabili della pianificazione del territorio (delimitazione di zone edificabili). Esso si rivolge anche alle imprese del settore dell'elettricità come base per adempire ai propri obblighi di collaborazione e di notifica nell'ambito

dell'esecuzione dell'ORNI (scheda dei dati sul sito e moduli di notifica) e contiene informazioni generali per tutti gli attori coinvolti nel processo.

L'autorità direttiva per l'approvazione e il risanamento di linee elettriche della rete pubblica di distribuzione dell'elettricità è l'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte (ESTI), eventualmente l'Ufficio federale dell'energia (UFE); per gli elettrodotti ferroviari l'autorità direttiva è l'Ufficio federale dei trasporti (UFT). In caso di linee combinate la competenza viene definita a seconda dei casi. Nell'ambito della procedura di approvazione dei piani i Cantoni vengono consultati dall'autorità federale competente.

Questo aiuto all'esecuzione si applica soltanto alle linee aeree e alle linee in cavo per il trasporto di energia elettrica disciplinate nell'allegato 1 numero 1 dell'ORNI:

---

#### **Allegato 1 ORNI**

##### ***11 Campo d'applicazione***

<sup>1</sup> *Le disposizioni del presente numero si applicano ai seguenti impianti con una tensione nominale di almeno 1000 V:*

- a. linee aeree a corrente alternata*
- b. linee sotterranee a corrente alternata con cavo a un conduttore in tubi separati*

---

Le linee elettriche con una tensione nominale inferiore a 1000 V, le linee a corrente continua nonché tutte le linee in cavo con più conduttori non vengono trattate nel presente aiuto all'esecuzione. Per queste linee i valori limite d'immissione secondo l'allegato 2 ORNI si intendono rispettati a priori. Inoltre per dette linee l'ORNI non definisce esplicitamente delle limitazioni preventive delle emissioni (per es. valori limite dell'impianto).

Non sono inoltre oggetto del presente aiuto all'esecuzione le linee di contatto di ferrovie e tram e le loro linee d'alimentazione<sup>1</sup>. Queste sono disciplinate separatamente nell'ORNI (allegato 1 numero 5 ORNI).

Il presente aiuto all'esecuzione non si applica all'esposizione del personale durante i lavori di manutenzione sulle linee elettriche (art. 2 cpv. 2 lett. a ORNI). In questo caso non è applicabile l'ORNI bensì le prescrizioni sulla protezione dei lavoratori.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Rientrano invece nel campo d'applicazione gli elettrodotti a 16.7 Hz con livelli di tensione di 66 kV e 132 kV.

<sup>2</sup> Valori limite sul posto di lavoro 2007, SUVA Lucerna

1.2

## Schema di protezione dell'ORNI

Nel settore delle linee elettriche l'ORNI persegue due obiettivi di protezione:

- > prevenire pericoli acuti e accertati nonché disturbi notevoli alle persone;
- > limitare in via preventiva l'esposizione di lungo periodo delle persone ai campi magnetici delle linee elettriche.

Il primo obiettivo, la protezione da pericoli acuti e da disturbi notevoli, viene concretizzato nell'allegato 2 ORNI sotto forma di valori limite d'immissione (VLI). I pericoli acuti riguardano la stimolazione di cellule nervose e muscolari che può essere provocata da campi elettrici o magnetici molto forti. I disturbi possono invece essere provocati soltanto dal campo elettrico. Ad esempio all'interno di un campo elettrico molto forte possono manifestarsi reazioni dolorose al contatto con oggetti metallici. Il valore limite d'immissione per l'intensità del campo elettrico è stato stabilito in modo da escludere con grande certezza la stimolazione di cellule e gli effetti dannosi.

I valori limite d'immissione devono essere rispettati sempre, in particolare anche quando le immissioni sono le più elevate, e ovunque, anche dove le persone possono soggiornare soltanto per un breve periodo. In generale tutte le linee che superano il valore limite d'immissione relativo all'intensità del campo elettrico nello stato di esercizio più sfavorevole devono essere risanate<sup>3</sup>. Per motivi di proporzionalità degli interventi devono essere risanate in via prioritaria quelle sezioni di linea per le quali si verificano concretamente disturbi notevoli. In assenza di tali effetti il risanamento non viene considerato urgente.

Le limitazioni preventive delle emissioni dell'ORNI, al contrario dei valori limite d'immissione, si riferiscono all'esposizione di lungo periodo delle persone. Esse si applicano pertanto solo ai luoghi dove le persone soggiornano in modo prolungato, definiti nell'ORNI come «luoghi a utilizzazione sensibile». L'esposizione di lungo periodo viene limitata da un lato mediante interventi sugli impianti, dall'altro mantenendo una distanza sufficiente rispetto alle nuove zone edificabili da delimitare.

<sup>3</sup> In tutto l'aiuto all'esecuzione il termine «risanamento» indica soltanto le misure adottate per rispettare le esigenze dell'ORNI. Sono escluse misure di manutenzione e ammodernamento per garantire la sicurezza tecnica delle linee.



## 2 > Definizioni

*In questo capitolo vengono da un lato illustrate e precisate le definizioni dell'ORNI e dall'altro introdotti altri termini impiegati nel presente aiuto all'esecuzione.*

### 2.1 Impianto

Le limitazioni preventive delle emissioni dell'allegato 1 numero 1 ORNI si riferiscono soltanto a un impianto singolo. La definizione di impianto riveste pertanto un'importanza fondamentale nell'applicazione di queste disposizioni. Essa può differire dalla definizione comunemente impiegata nel diritto sull'elettricità. Nel seguito per «impianto» si intende sempre un impianto come definito nell'allegato 1 numero 12 ORNI:

#### Allegato 1 ORNI

##### 12 Definizioni

...

<sup>3</sup> Una linea è costituita dalla totalità di tutti i conduttori di fase e dei conduttori di terra montati su un traliccio o situati in un impianto di cavi interrati. Essa può comprendere uno o più tratti di linea.

<sup>4</sup> All'interno della sezione di linea sottoposta a valutazione, l'impianto comprende tutti i tratti di linea che si trovano in un'area circoscritta e facilmente delimitabile.

...

Questa definizione delimita da un lato la lunghezza dell'impianto (solo «la sezione di linea sottoposta a valutazione»), dall'altro definisce quale insieme di tratti di linea<sup>4</sup> devono essere inclusi nel calcolo della densità del flusso magnetico e nella determinazione dell'occupazione di fase ottimale. Tale aspetto riveste un'importanza particolare per le linee parallele. Per detta definizione sono opportune le spiegazioni riportate nel seguito.

<sup>4</sup> Nella rete di trasporto delle ferrovie a 16,7 Hz i singoli tratti di linea vengono denominati «anelli».

### 2.1.1 Sezione di linea sottoposta a valutazione

L'allegato 1 numero 12 capoverso 4 ORNI presuppone che la valutazione RNI di linee elettriche avvenga per sezioni di linee limitate<sup>5</sup>. Ciò è conforme alla prassi comune per la presentazione e l'approvazione di piani di linee, i quali riguardano sempre una sezione di linea definita. In casi estremi può trattarsi della realizzazione di una nuova sezione di linea di diverse decine di chilometri, oppure della sostituzione o del trasferimento di pochi tralicci. Nell'ultimo caso per «sezione di linea sottoposta a valutazione» si intendono tutte le campate fra i tralicci in questione più le due campate adiacenti alle estremità. Il rispetto delle disposizioni dell'ORNI deve essere verificato soltanto per questo tratto delimitato.

Può accadere che uno stesso progetto relativo a una linea debba essere suddiviso in singole sottosezioni alle quali si applicano requisiti differenti. Se ad esempio viene realizzata una nuova linea da A a B e da B a C la linea viene montata sui tralicci di una vecchia linea, la prima sottosezione ai sensi dell'ORNI rappresenta un nuovo impianto (capitolo 2.5.1), la seconda una modifica di un vecchio impianto (capitolo 2.6.1).

### 2.1.2 Linee comuni

Tutti i tratti di linea montati su un traliccio o situati in un impianto di cavi sono considerati come una linea (all. 1 n. 12 cpv. 3 ORNI), anche se non appartengono alla stessa impresa. Questo vale anche per le linee che comprendono sia tratti della rete pubblica (50 Hz) sia tratti della rete di trasmissione delle ferrovie (16.7 Hz). In caso di linee comuni a due o più imprese elettriche ai fini della valutazione RNI devono essere considerati tutti i tratti di linea.

### 2.1.3 Area circoscritta e facilmente delimitabile in caso di linee parallele

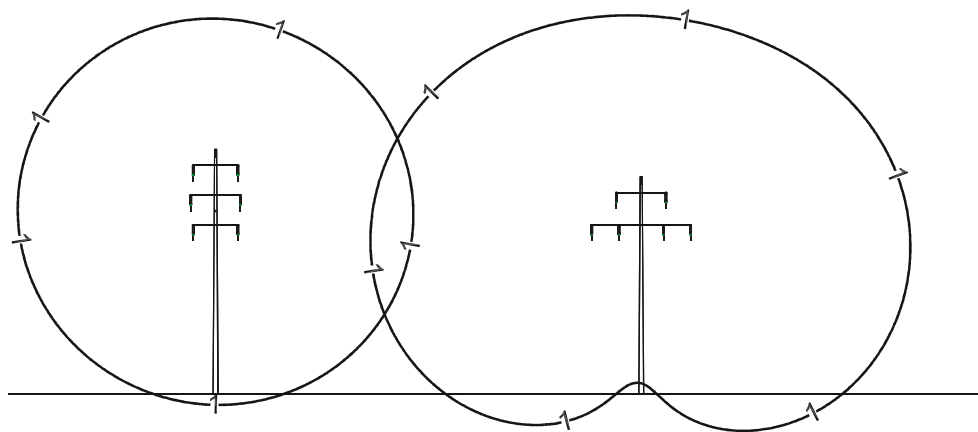
All'interno della sezione di linea da sottoporre a valutazione (capitolo 2.1.1) le linee parallele sono considerate nel complesso come un impianto ai sensi dell'ORNI qualora appartengano ad un'area circoscritta e facilmente delimitabile. Per determinare questo caso, si procede nel modo illustrato nel seguito.

In una prima fase le due linee vengono considerate separatamente. Per ciascuna delle due linee viene determinata, mediante un modello di calcolo 2D (capitolo 8.1.4) l'isolinesa a  $1 \mu\text{T}$  sul piano perpendicolare all'asse della linea. In questa fase si devono preventivare per ogni linea le correnti determinate conformemente al capitolo 2.4.1 e l'occupazione di fase ottimale (capitolo 8.4). Se le isolinese a  $1 \mu\text{T}$  delle due linee si toccano o si sovrappongono, entrambe le linee vengono considerate complessivamente come un unico impianto. Una situazione di questo genere è esemplificata nella figura 1 relativa a due linee aeree parallele da 110 kV.

<sup>5</sup> Soltanto nell'ottimizzazione di fase è necessaria, in taluni casi, una valutazione di più ampio raggio. Come illustrato nel capitolo 8.4.4, l'ottimizzazione dell'occupazione di fase su una determinata sezione di linea può comportare l'aumento della densità del flusso magnetico su un'altra sezione di linea.

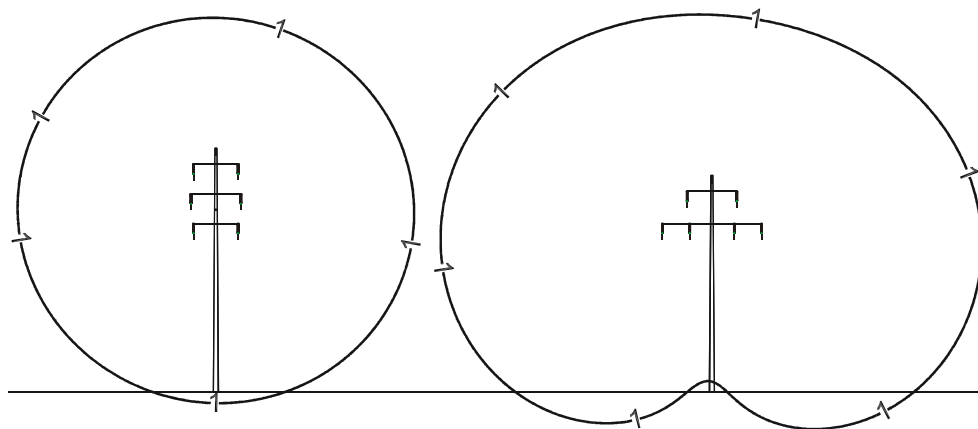
**Fig. 1** > Due linee aeree parallele che ai sensi dell'ORNI sono considerate come un unico impianto.

*Per le spiegazioni si rimanda al testo.*



**Fig. 2** > Due linee aeree parallele che ai sensi dell'ORNI sono considerate come due impianti separati.

*Per le spiegazioni si rimanda al testo.*

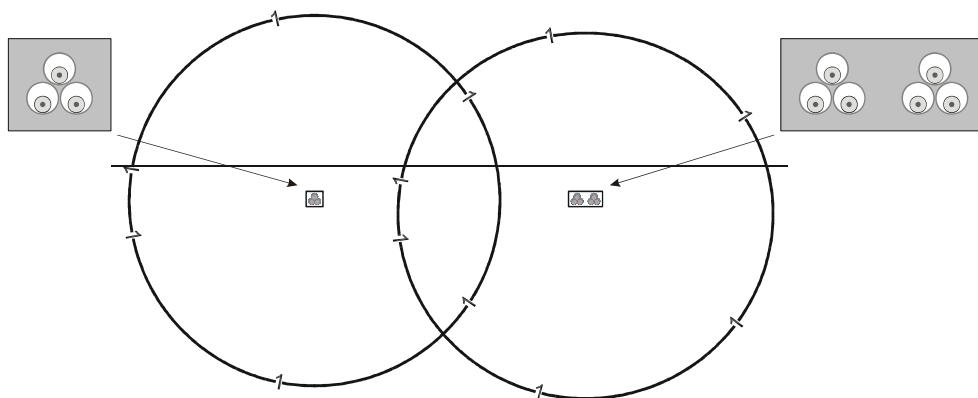


Se le due isolinee a  $1 \mu\text{T}$  non si toccano, come avviene nella figura 2, allora entrambe le linee sono considerate impianti separati. Esse vengono valutate indipendentemente e ognuna di loro deve soddisfare i requisiti preventivi dell'ORNI. In particolare ognuna delle due linee deve rispettare il valore limite dell'impianto per le radiazioni emesse da ogni singola linea.

L'esempio riportato nelle figure 1 e 2 per due linee aeree parallele vale anche per due linee in cavo parallele nonché per una linea in cavo posata in parallelo a una linea aerea. Se le due isolinee a  $1 \mu\text{T}$  si sovrappongono, nella modellazione della densità del flusso magnetico è necessario includere sia la linea aerea sia quella in cavo. Gli esempi corrispondenti sono illustrati nelle figure 3 e 4.

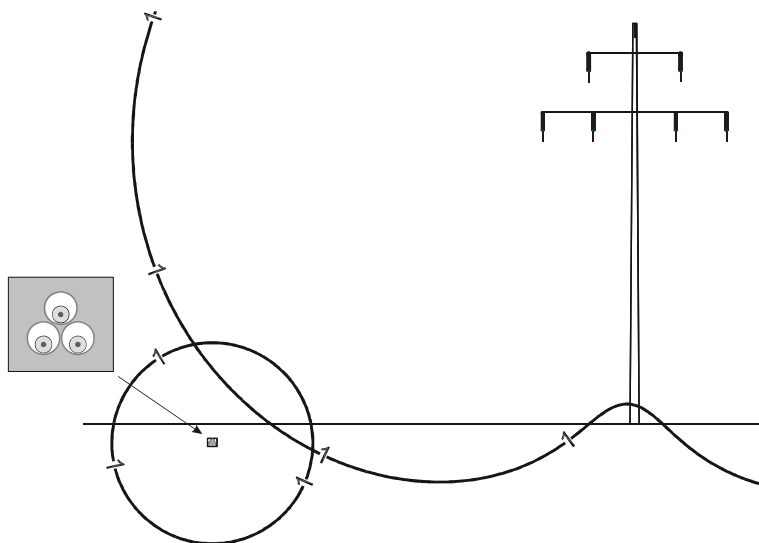
**Fig. 3** > Due linee in cavo parallele che ai sensi dell'ORNI sono considerate come un unico impianto.

*Per le spiegazioni si rimanda al testo.*



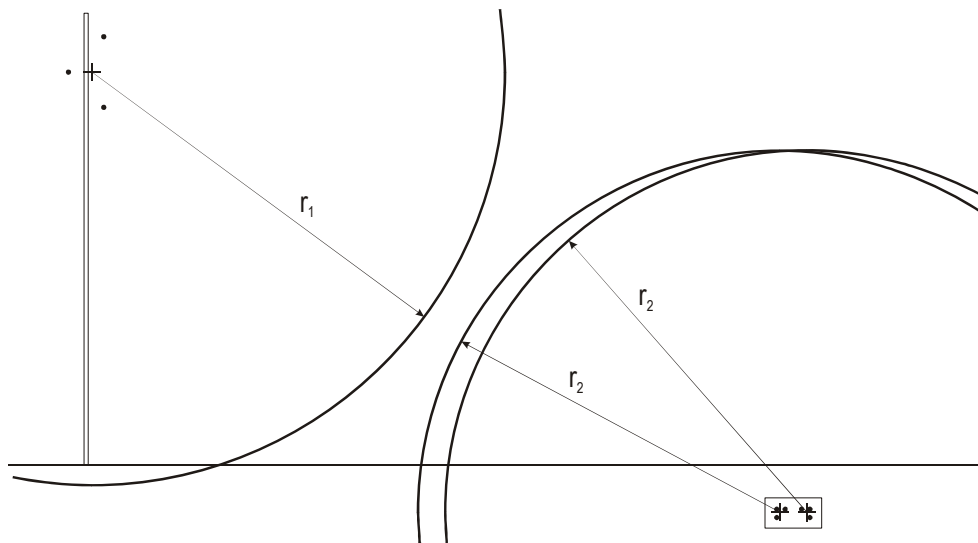
**Fig. 4** > Linea aerea e linea in cavo parallele che ai sensi dell'ORNI sono considerate come un unico impianto.

*Per le spiegazioni si rimanda al testo.*



La prova che due linee parallele devono essere considerate come impianti separati può essere fornita, per le linee semplici, anche mediante le distanze indicative di cui al capitolo 8.3. Questo metodo semplice è applicabile per linee a uno o due tratti che, per quanto riguarda la corrente limite termica e la disposizione dei conduttori, soddisfano le condizioni del capitolo 8.3.2. In questo caso non è necessario calcolare precisamente l'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ , ma mediante un cerchio con raggio è possibile determinare per approssimazione la distanza indicativa conformemente al capitolo 8.3.3. Il centro del cerchio corrisponde al centro geometrico del tratto di linea (in caso di linea a due tratti deve essere scelto il centro del tratto rivolto verso la linea parallela). Se i due cerchi non si toccano, le due linee sono considerate impianti separati. Un esempio di questo caso è riportato nella figura 5. Tuttavia, se i due cerchi si toccano o si sovrappongono, ciò non significa necessariamente che le due linee debbano essere considerate come un solo impianto. Per un accertamento definitivo in questo caso è necessario calcolare precisamente le isolinee  $1 \mu\text{T}$ .

**Fig. 5** > Linea aerea e linea in cavo parallele che ai sensi dell'ORNI sono considerate come due impianti separati. Accertamento generico sulla base della distanza indicativa  $r$  secondo il capitolo 8.3.3.



L'incrocio di due linee rappresenta un caso speciale. Si presuppone però che i luoghi a utilizzazione sensibile si trovino soltanto raramente a una tale vicinanza da un incrocio di linee da rendere necessaria l'inclusione di entrambe le linee nella modellazione della densità del flusso magnetico. Il caso più frequente è quello in cui un cavo sotterraneo incrocia una linea aerea. Si rinuncia pertanto a formulare raccomandazioni dettagliate.

#### 2.1.4 **Interfaccia fra la linea e sottostazioni, impianti di distribuzione e stazioni di trasformazione**

Nello schema previsto dall'ORNI (all. 1 n. da 1 a 3 ORNI) le linee elettriche, le sottostazioni/gli impianti di distribuzione e le stazioni di trasformazione sono considerati impianti di tipo diverso. Laddove l'ORNI prescrive che debba essere rispettato il valore limite dell'impianto, ognuno degli impianti summenzionati deve rispettare tale valore soltanto per le radiazioni che esso emette. Per l'interfacciamento fra una linea e una sottostazione/un impianto di distribuzione o una stazione di trasformazione si applicano i seguenti metodi:

- > per le linee aeree l'introduzione alla sottostazione/all'impianto di distribuzione è da considerare parte della linea fino al supporto d'ancoraggio compreso, anche se quest'ultimo si trova all'interno della recinzione della sottostazione;
- > per le linee in cavo o i punti d'introduzione dei cavi l'interfaccia fra una linea e una sottostazione/un impianto di distribuzione o una stazione di trasformazione si trova sull'estremità del cavo compreso il terminale.

Il presente aiuto all'esecuzione tratta soltanto la valutazione RNI delle linee, non delle sottostazioni, degli impianti di distribuzione e delle stazioni di trasformazione.

#### 2.1.5 **Elettrodotti delle ferrovie (16.7 Hz) in prossimità di impianti di linee di contatto**

Quanto sopra esposto per le linee e le sottostazioni, si applica per analogia anche agli elettrodotti in prossimità dei tracciati ferroviari. Nell'ambito della limitazione preventiva delle emissioni gli elettrodotti e gli impianti di linee di contatto sono considerati impianti indipendenti. Se ad esempio un elettrodotto da 66 o 132 kV corre parallelo a un tracciato ferroviario, l'elettrodotto e l'impianto di linea di contatto vengono considerati separatamente, non è necessario eseguire una valutazione combinata. Qualora debba essere rispettato il valore limite dell'impianto prescritto dall'ORNI, ognuno degli impianti citati deve rispettare tale valore soltanto per le radiazioni che esso emette. Mentre è possibile eseguire senza problemi la modellazione della densità del flusso magnetico per il singolo elettrodotto, la misurazione rileva sempre il contributo di entrambi gli impianti. Per una misurazione di collaudo dell'elettrodotto conformemente al capitolo 8.2 occorre pertanto disattivare l'impianto di linea di contatto.

Il presente aiuto all'esecuzione tratta soltanto la valutazione RNI degli elettrodotti e non degli impianti di linee di contatto.

---

## 2.2 Titolare dell'impianto

Conformemente all'articolo 10 ORNI il titolare di un impianto è tenuto a collaborare con le autorità.

---

### Art. 10 ORNI Obbligo di collaborazione

*Il titolare di un impianto è tenuto a fornire all'autorità, su richiesta della stessa, le informazioni necessarie all'esecuzione, segnatamente le indicazioni giuste l'articolo 11 capoverso 2. All'occorrenza, deve effettuare o tollerare misurazioni o altri accertamenti.*

---

Se l'impianto comprende una sola linea, viene considerata titolare l'impresa che possiede o richiede l'approvazione dei piani.

Se l'impianto comprende due o più linee parallele (capitolo 2.1.3), le imprese interessate devono nominare, in caso di necessità, un coordinatore che assuma l'obbligo di collaborazione con le autorità per l'intero impianto e che svolga il ruolo di persona di contatto. Generalmente si tratta del titolare di quella linea la cui isolinea a 1  $\mu$ T presenta la maggiore estensione.

2.3

## Valore limite dell'impianto (VLImp)

---

### Art. 3 ORNI Definizioni

...

<sup>6</sup> Il valore limite dell'impianto è la limitazione delle emissioni relativa alle radiazioni prodotte da un singolo impianto.

### Allegato 1 ORNI

#### 14 Valore limite dell'impianto

Il valore limite dell'impianto per il valore efficace della densità del flusso magnetico è di 1  $\mu T$ .

---

Il valore limite dell'impianto si riferisce soltanto a:

- > luoghi a utilizzazione sensibile (capitolo 2.7);
- > stato di esercizio determinante (capitolo 2.4);
- > densità del flusso magnetico generato da un singolo impianto (capitolo 2.1).

Nell'ambito della limitazione preventiva delle emissioni il valore limite dell'impianto svolge quattro funzioni:

- > deve essere generalmente rispettato in caso di realizzazione di nuovi impianti in luoghi a utilizzazione sensibile (all. 1 n. 15 cpv. 1 ORNI);
- > in caso di modifica di impianti esistenti, serve a identificare i luoghi a utilizzazione sensibile dove la densità del flusso magnetico non deve aumentare (art. 9 cpv. 1 ORNI);
- > per gli impianti esistenti serve come criterio per stabilire se l'occupazione delle fasi deve essere ottimizzata (all. 1 n. 16 cpv. 1 ORNI);
- > nella delimitazione di zone edificabili definisce indirettamente la distanza minima della nuova zona edificabile da un impianto esistente o pianificato (art. 16 ORNI).



## 2.4 Stato di esercizio determinante

Le limitazioni preventive delle emissioni delle linee elettriche hanno lo scopo di ridurre l'esposizione di lungo periodo degli abitanti ai campi magnetici. Poiché il campo magnetico delle linee subisce notevoli variazioni nel corso del tempo, una previsione e un rilevamento della densità media del flusso magnetico nel lungo periodo risulterebbe molto complessa e molto incerta. L'ordinanza ha perciò vincolato le disposizioni preventive non all'esercizio reale delle linee bensì a uno stato di riferimento relativo a una linea e definito mediante il minor numero possibile di parametri. Questo stato di riferimento nell'ORNI viene definito «stato di esercizio determinante»<sup>6</sup>. Quando l'ORNI richiede il rispetto del valore limite dell'impianto, quest'ultimo si riferisce sempre soltanto a questo stato. Generalmente nell'esercizio reale la densità media del flusso magnetico nel lungo periodo è inferiore al valore nello stato di esercizio determinate<sup>7</sup>.

Nell'allegato 1 numero 13 ORNI lo stato di esercizio determinante viene definito nel modo seguente:

---

### Allegato 1 ORNI

#### 13 Stato di esercizio determinante

<sup>1</sup> È considerato stato di esercizio determinante dell'impianto l'esercizio simultaneo di tutti i tratti di linea, nella misura in cui ogni tratto di linea è in funzione:

- a. con la sua corrente limite termica a 40 °C; e
- b. nella direzione di carico più frequente.

<sup>2</sup> Se nella decisione relativa all'approvazione del piano, per la corrente massima è fissato un valore che differisce dalla corrente limite termica, quest'ultimo può servire quale base per stabilire lo stato di esercizio determinante.

---

Sulla base dell'esperienza attuale è opportuno precisare e integrare questa definizione.

### 2.4.1 Corrente determinante

Lo stato di esercizio determinante è caratterizzato da una determinata intensità di corrente per ogni tratto di linea. Questa viene definita nel seguito come «corrente determinante». Sebbene non citato esplicitamente nella definizione dell'allegato 1 numero 3 ORNI, si presuppone un'intensità di corrente simmetrica, ovvero un caso ideale in cui tutti i conduttori di fase di un tratto di linea hanno la stessa portata e le loro fasi si differenziano esattamente per un angolo di 120 gradi (nei sistemi a 50 Hz) e di 180 gradi (nei sistemi a 16.7 Hz). Solo in questo modo si ottengono condizioni chiaramente

---

<sup>6</sup> Per il rispetto del valore limite d'immissione relativo all'intensità del campo elettrico deve invece essere preso come base quello stato di esercizio che a breve termine produce il campo elettrico di maggiore intensità (capitolo 8.7.3).

<sup>7</sup> Eccezionalmente, tuttavia, può anche verificarsi il contrario. Il motivo è costituito dal fatto che la definizione dello stato di esercizio determinante è stata mantenuta appositamente in termini generali e pertanto non può comprendere ogni possibile situazione di esercizio delle linee con il margine di tolleranza necessario.

definite. Lo stesso dicasi per le armoniche che possono presentarsi in un'ampia varietà di combinazioni. Anche in questo caso, ai fini della chiarezza, si devono presupporre delle correnti prive di armoniche nello stato di esercizio determinante.

In generale è determinante la corrente permanentemente ammessa che nell'allegato 1 numero 13 ORNI viene definita «corrente limite termica». Si tratta della corrente massima che può trasportare un conduttore di una linea aerea o un cavo nelle condizioni ambientali specificate, senza che la temperatura dei conduttori superi il limite tecnico tollerato dal materiale. Le condizioni ambientali rilevanti sono soltanto accennate nell'allegato 1 numero 13 ORNI, dove viene indicata una temperatura di 40°C. Si consiglia pertanto di ricorrere alle norme tecniche esistenti per definire la corrente permanentemente ammessa:

- > per le linee aeree si consiglia di applicare le linee guida di electrosuisse<sup>8</sup>, che rappresentano da tempo una base per il corretto dimensionamento dei conduttori. Questa norma tecnica presuppone una temperatura ambiente di 40°C e la presenza contemporanea di un vento di velocità di 0.5 m/s. Nell'allegato 4 è riportata una selezione di diversi materiali e sezioni per i conduttori comuni. Per altre sezioni e materiali è necessario calcolare singolarmente e documentare in modo chiaro la corrente limite termica per le condizioni ambientali citate;
- > per le linee in cavo la corrente permanentemente ammissibile non dipende soltanto dal materiale e dalla sezione del conduttore ma da altri fattori, come il tipo di posa, le caratteristiche del terreno e il tipo di esercizio. In questo caso è determinante la corrente permanente ammissibile specificata dal costruttore e calcolata da quest'ultimo sulla base dei parametri dell'utilizzatore e della norma IEC 60287 a seconda del singolo caso applicativo.

L'allegato 1 numero 13 capoverso 2 ORNI consente inoltre di definire come corrente determinante una corrente limite inferiore a quella termica. Tali limitazioni possono essere motivate da un punto di vista fisico o non fisico.

Le limitazioni fisiche sono determinate dall'hardware installato. Esempi:

- > tratti di linea la cui corrente massima non è limitata né da un generatore (centrale) né da consumatori direttamente allacciati (per es. trasformatori). In questo caso per stabilire la corrente determinante è possibile utilizzare come base la somma delle potenze nominali di tutti i generatori o utilizzatori, anche se la sezione del conduttore consente una corrente limite termica superiore;
- > una sezione di una linea lunga che per quanto riguarda la sezione del conduttore ha dimensioni maggiori del resto della linea (per es. conduttori trinati invece di conduttori binati in una linea aerea per la prevenzione del rumore; combinazione di linea aerea e linea in cavo). In questo caso la corrente determinante è la corrente limite termica della sezione di linea che presenta il dimensionamento più sfavorevole.

<sup>8</sup> SEV 198:1952 e 198/A1:1960: Recommandations relatives à l'intensité de courant admissible en permanence dans les conducteurs aériens

Le limitazioni non fisiche non sono determinate dall'hardware bensì dalle condizioni di esercizio. Si tratta di un'autolimitazione della capacità di trasmissione disponibile da parte del titolare dell'impianto. Tale caso si verifica nei tratti di linea che, per la loro funzione all'interno della rete, vengono sempre utilizzati con un carico inferiore alla corrente limite termica. Il titolare dell'impianto può dichiarare nella scheda dei dati sul sito o nell'ambito dell'accertamento del risanamento un valore per la corrente determinante che non viene superato nell'esercizio normale della linea. Si tratta del 98 percentile dei valori medi orari di un anno.<sup>9</sup>

Le limitazioni della corrente, sia fisiche sia non fisiche, devono essere richieste e autorizzate soltanto se può essere garantito che verranno rispettate per una lunga durata. Esse devono essere indicate nella scheda dei dati sul sito o nel modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione» e sono parte integrante delle decisioni che si basano su tale documentazione. Anche se l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani prende soltanto conoscenza dell'esecuzione del risanamento, deve fissare un'eventuale limitazione della corrente in modo idoneo.

#### 2.4.2 Direzioni del carico determinanti

Per gli impianti che comprendono più di un tratto di linea della stessa frequenza anche le direzioni di carico rientrano nella definizione dello stato di esercizio determinante. Le direzioni del carico sono necessarie per la modellazione dell'intensità del flusso magnetico (capitolo 8.1.4) e per la determinazione di fase ottimale (capitolo 8.4). Anche se l'energia, nell'esercizio reale, non scorre sempre nella stessa direzione, ai fini della valutazione RNI, per motivi di semplificazione ci si limita a una delle due direzioni di carico, ovvero a quella che rappresenta meglio la densità del flusso magnetico nella media di lungo periodo. L'allegato 1 numero 13 capoverso 1 lettera b ORNI presuppone che questa direzione di carico determinante venga fissata individualmente per ciascun tratto di linea sulla base della dominanza temporale (direzione di carico più frequente). Questa procedura semplice in molti casi è oggettiva e sufficiente, in particolare quando l'energia scorre prevalentemente nella stessa direzione. Tuttavia, se si verificano cambiamenti di direzione periodici o irregolari di durata rilevante, non è più sufficiente considerare ogni tratto di linea singolarmente. In questo caso è necessario tenere conto di due tratti di linea combinati in coppia. Va considerata la correlazione temporale delle direzioni di carico su entrambi i tratti e deve essere accertato se i carichi vanno prevalentemente nella stessa direzione o in direzioni opposte. Inoltre è opportuno conferire una maggiore ponderazione ai periodi caratterizzati da un carico più elevato poiché questi hanno una maggiore influenza sulla densità del flusso magnetico. Nell'allegato 5 sono riportate informazioni generali corredate da esempi. Senza questo metodo di osservazione combinato non è possibile assicurare che la densità del flusso magnetico venga ridotta al minimo con l'occupazione di fase «ottimale» risultante. In determinate condizioni di esercizio potrebbe addirittura verificarsi il fenomeno contrario, ovvero un incremento involontario della densità del flusso magnetico nella media del lungo periodo.

<sup>9</sup> Questo significa che il 98 % dei valori medi orari di un anno deve essere inferiore alla corrente determinante definita.

Nel seguito, come anche nella scheda di dati sul sito (allegato 1) e nel modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione» (allegato 2) si procederà sempre con la *combinazione* determinante delle direzioni di carico di una coppia di tratti di linea. Si applicano i seguenti metodi:

- > si distinguono tre diverse combinazioni di direzioni di carico di due tratti di linea:
  - carichi nella stessa direzione;
  - carichi in direzioni opposte;
  - direzioni di carico disaccoppiate, ovvero i carichi nella stessa direzione e in direzioni opposte sono parimenti importanti. Questo può verificarsi in tratti di linea con direzioni di carico reversibili, che vengono utilizzati l'uno indipendentemente dall'altro, in particolare fra tratti di linea di livelli di tensione diversi.

Nella pianificazione di una linea è necessario stimare la combinazione determinante delle direzioni di carico sulla base delle conoscenze sul funzionamento della linea pianificata all'interno della rete oppure determinare la combinazione sulla base di simulazioni con procedimenti di analisi statistici conformemente a 8.6.2. Se sono già disponibili dei dati di esercizio, l'analisi statistica secondo 8.6.2 consente di definire chiaramente i singoli casi.

- > Fra due tratti di linea di frequenza diversa (50 Hz e 16.7 Hz) la combinazione delle direzioni di carico non è rilevante ai fini della valutazione RNI. Il valore efficace della densità del flusso magnetico in questo caso è indipendente dalla relazione di fase reciproca dei due campi di frequenza diversa e dall'occupazione di fase scelta.
- > Negli impianti con più di due tratti di linea della stessa frequenza viene stimata o calcolata la combinazione determinante delle direzioni di carico per ogni coppia di tratti di linea.

Le previsioni relative alle direzioni del carico o la valutazione delle reali condizioni di esercizio devono riferirsi generalmente a un anno intero.

#### 2.4.3 Freccia determinante dei conduttori di linee aeree

Il terzo parametro che definisce lo stato di esercizio determinante di una linea aerea è l'altezza dei conduttori rispetto al suolo. La freccia o l'altezza dei conduttori dal suolo dipende dalla temperatura dei conduttori e quindi dalle condizioni di esercizio e climatiche attuali. Ai fini della valutazione RNI sono determinanti i profili longitudinali già autorizzati o presentati ai fini dell'approvazione. La distanza dal suolo minima indicata in questi profili deve soddisfare i requisiti di sicurezza della legislazione sull'elettricità<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Articolo 19 OLEI o la vecchia ordinanza del 7/7/1933 sulla corrente forte per le linee approvate prima dell'entrata in vigore dell'OLEI.

## 2.5 Impianti vecchi e nuovi

### 2.5.1 Considerazioni generali

Secondo l'articolo 3 capoversi 1 e 2 ORNI un impianto può essere considerato nuovo o vecchio. Tale distinzione è importante poiché gli impianti nuovi o vecchi sono soggetti a requisiti diversi.

#### Art. 3 ORNI Definizioni

<sup>1</sup> *Gli impianti sono considerati vecchi se, all'entrata in vigore della presente ordinanza, la decisione che autorizza i lavori di costruzione o l'inizio dell'esercizio era già passata in giudicato.*

<sup>2</sup> *Gli impianti sono considerati nuovi se:*

- a. *all'entrata in vigore della presente ordinanza, la decisione che autorizza i lavori di costruzione o l'inizio dell'esercizio non era ancora passata in giudicato;*
- b. *sono trasferiti in un altro sito; oppure*
- c. *sono sostituiti nel medesimo sito; ...*

Lo status di «nuovo ai sensi dell'ORNI» è attribuito pertanto a tutti i tratti di linea che in base alla data di approvazione dei piani sono stati o verranno costruiti a partire dal 1° febbraio 2000. Essi mantengono questo status per tutta la loro durata di vita, anche in caso di successive modifiche di qualsiasi genere. Tutti gli altri tratti di linea ai sensi dell'ORNI sono «vecchi».<sup>11</sup>

In linea generale, anche un vecchio impianto ottiene lo status di «nuovo ai sensi dell'ORNI» quando deve essere trasferito in altro sito o sostituito nello stesso sito (art. 3 cpv. 2 lett. b e c ORNI). Questa disposizione ha lo scopo di evitare di tollerare nel lungo periodo superamenti del valore limite dell'impianto che sono invece ammessi per le vecchie linee. Tali superamenti devono essere eliminati se l'intervento è possibile sotto il profilo tecnico e dell'esercizio e se è sopportabile da un punto di vista economico. Secondo l'intenzione del legislatore questo caso si verifica quando una sezione di linea deve essere sostituita o trasferita. Nelle linee aeree la sezione deve presentare una lunghezza minima affinché sia possibile ottenere realisticamente una riduzione significativa della densità del flusso magnetico nei luoghi a utilizzazione sensibile prima esposti a un valore superiore a quello limite dell'impianto.

Se viene trasferita o sostituita una sezione breve di linea, questa sezione diventa un nuovo impianto, ma non le sezioni di collegamento per le quali non sono necessari

<sup>11</sup> Un caso speciale è costituito dai blocchi di tubi per linee in cavo che sono stati realizzati come riserva ma che sono ancora vuoti. In questo caso per determinare se si tratta di impianti nuovi o vecchi ai sensi dell'ORNI non è determinante la data di approvazione dei piani per la parte elettrica dell'impianto di cavi bensì quella dell'autorizzazione a costruire il blocco di tubi. Gli impianti di cavi in blocchi di tubi, autorizzati prima dell'1/2/2000, sono perciò considerati ai sensi dell'ORNI come impianti vecchi anche se l'approvazione dei piani per la parte elettrica è passata o passerà in giudicato dopo l'1/2/2000.

adattamenti. Un progetto localmente limitato non deve provocare una reazione a catena sulle sezioni di linea limitrofe.

Nell'allegato 7 viene riepilogato il tipo status secondo ORNI (nuovo impianto, vecchio impianto, modifica di un vecchio impianto) per gli adattamenti più frequenti.

#### 2.5.2 **Trasferimento di un vecchio impianto in un altro sito**

Per le *linee aeree* deve essere applicato l'articolo 3 capoverso 2 lettera b ORNI soltanto se il vecchio impianto lascia il tracciato precedente per una lunghezza di almeno tre campate continue, pari ad un trasferimento di due tralicci in successione dall'asse della linea precedente. Se vengono posate su un nuovo tracciato meno di tre campate continue, queste assumono conservano lo status di «vecchio impianto».

Per le *linee in cavo* l'articolo 3 capoverso 2 lettera b ORNI è applicabile quando il blocco di tubi o la galleria portacavi viene realizzato su un nuovo tracciato, diverso da quello precedente.

#### 2.5.3 **Sostituzione di un vecchio impianto nello stesso sito**

Per le *linee aeree* deve essere applicato l'articolo 3 capoverso 2 lettera c ORNI quando vengono sostituiti completamente almeno due pali successivi a traliccio o in calcestruzzo incluse le loro fondazioni. La sezione di linea da sottoporre a valutazione comprende le campate fra i tralicci da sostituire nonché le due campate adiacenti alle estremità.

L'articolo 3 capoverso 2 lettera c ORNI non è applicabile

- > in caso di sostituzione di un solo palo a traliccio o in calcestruzzo comprensivo di fondazioni;
- > in caso di sostituzione delle aste di legno di una linea sul tracciato precedente;
- > in caso di sostituzione di corde conduttrici.

Per le *linee in cavo* l'articolo 3 capoverso 2 lettera c ORNI è applicabile quando il blocco di tubi o la galleria portacavi viene sostituito sul tracciato precedente. Non è invece applicabile alla semplice sostituzione di cavi all'interno di un blocco di tubi o di una galleria portacavi esistente.

## 2.6 Modifica di un vecchio impianto

Gli adattamenti costruttivi o le modifiche di esercizio di una linea possono comportare un cambiamento della densità del flusso magnetico rispetto alle condizioni approvate. Secondo l'articolo 11 ORNI, in caso di modifiche di questo genere deve essere presentata una scheda aggiornata dei dati sul sito all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani. L'allegato 1 numero 12 ORNI definisce queste modifiche in modo esaustivo. Nel seguito vengono definite come «modifiche ai sensi dell'ORNI» e vengono illustrate sulla base di esempi. Nell'allegato 7 viene riepilogato il tipo stato secondo ORNI (nuovo impianto, vecchio impianto, modifica di un vecchio impianto) per gli adattamenti più frequenti.

---

### Allegato 1 ORNI

...

#### 12 Definizioni

...

<sup>6</sup> La modifica della disposizione dei conduttori, dell'occupazione di fase oppure dello stato di esercizio determinante è considerata una modifica dell'impianto.

---

### 2.6.1 Modifica della disposizione dei conduttori

Si tratta in particolare dei seguenti aspetti:

- > modifica della posizione dei punti di sospensione dei conduttori di una linea aerea;
- > modifica della freccia di un conduttore nella sostituzione di conduttori di una linea aerea;
- > posa di un tratto di linea supplementare su traliccio esistente;
- > estensione di una linea in cavo esistente mediante il tiraggio di ulteriori cavi a un conduttore in tubi vuoti già esistenti;
- > rimozione o disattivazione di lungo periodo di un tratto di linea. In questo modo viene soppressa un'eventuale compensazione del campo magnetico precedentemente efficace;
- > aumento della tensione di una linea aerea, dove vengono adattati gli isolatori ed eventualmente le traverse del traliccio;
- > aumento di tralicci di una linea aerea su una fondazione esistente;
- > realizzazione di una nuova linea parallela a una vecchia a una distanza così ridotta che nel complesso vengono considerate come un solo impianto (vedere 2.1.3)

### 2.6.2 Modifica dello stato di esercizio determinante

Si ha una modifica dello stato di esercizio determinante quando cambiano le correnti determinanti oppure la combinazione determinante delle direzioni di carico rispetto alle condizioni approvate. Tale aspetto riguarda in particolare:

- > l'incremento della corrente limite termica (per es. sostituzione dei conduttori di fase di una linea aerea mediante conduttori di sezione maggiore o aventi una maggiore temperatura di esercizio ammessa; incremento del numero di funi per fascio di conduttori);
- > la modifica della combinazione determinante delle direzioni di carico (capitolo 2.4.2).

### 2.6.3 Modifica dell'occupazione di fase

Tali modifiche si verificano in particolare:

- > in caso di risanamento di vecchi impianti;
- > come conseguenza di una modifica della combinazione determinante delle direzioni di carico (2.4.2);
- > nell'ambito di un'ottimizzazione ad ampio raggio dell'occupazione di fase di più linee.

### 2.6.4 Nessuna modifica ai sensi dell'ORNI

I seguenti adattamenti di una linea non rappresentano alcuna modifica ai sensi dell'ORNI:

- > sostituzione dei conduttori di fase di una linea aerea con conduttori aventi la stessa corrente limite termica;
- > sostituzione di cavi di una linea in cavo con cavi aventi la stessa corrente limite termica;
- > sostituzione delle traverse di una linea aerea rimanendo immutata la posizione dei punti di sospensione dei conduttori;
- > sostituzione di tralicci di una linea aerea su fondazioni esistenti, rimanendo immutata la posizione dei punti di sospensione dei conduttori;
- > sostituzione di tralicci di una linea su pali in legno sullo stesso tracciato;
- > trasferimento o sostituzione, comprese le fondazioni, di un singolo palo a traliccio o in calcestruzzo rimanendo immutata la posizione dei punti di sospensione dei conduttori;
- > incremento della tensione di una linea aerea senza modificare la corrente limite termica, la combinazione determinante delle direzioni di carico e la posizione dei punti di sospensione dei conduttori;
- > in generale tutti i lavori di manutenzione che non modificano la densità del flusso magnetico nello stato di esercizio determinante.

In questi casi non è necessario modificare la scheda dei dati sul sito. In caso di dubbi si consiglia di contattare tempestivamente l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani, qualora non sia possibile stabilire con chiarezza se il progetto previsto rappresenti una modifica ai sensi dell'ORNI.



## 2.7 Luoghi a utilizzazione sensibile (LAUS)

Nell'articolo 3 capoverso 3 ORNI i luoghi a utilizzazione sensibile sono definiti nel modo seguente:

### Art. 3 ORNI Definizioni

...

<sup>3</sup> Sono considerati luoghi a utilizzazione sensibile:

- a. i locali situati in edifici, destinati regolarmente al soggiorno prolungato di persone;
- b. i terreni da gioco per bambini, pubblici o privati, definiti come tali nella legislazione sulla pianificazione del territorio;
- c. le superfici di parcelle non occupate da costruzioni, per le quali sono ammesse le utilizzazioni giusta le lettere a e b.

Costituiscono ad esempio «locali situati in edifici, destinati regolarmente al soggiorno prolungato di persone»:

- > locali d'abitazione;
- > scuole e asili<sup>12</sup>;
- > ospedali, case di riposo e case di cura<sup>12</sup>;
- > posti di lavoro occupati durevolmente. Secondo la definizione della Segreteria di Stato all'economia SECO<sup>13</sup> un posto di lavoro occupato durevolmente è un luogo di lavoro occupato da un lavoratore o da una lavoratrice o anche da più persone di seguito per almeno due giorni e mezzo la settimana. Tale luogo di lavoro può essere circoscritto a una piccola zona oppure occupare l'intero spazio. Rientrano in questa definizione anche le aree nelle stalle nelle quali si lavora regolarmente per almeno venti ore la settimana.

Sono parificate ai terreni da gioco per bambini, definiti come tali nella legislazione sulla pianificazione del territorio, i cortili delle scuole.

Le seguenti aree sono considerate a utilizzazione sensibile:

- > locali interni, ad eccezione dei posti di lavoro occupati durevolmente: da 0.2 a 2 m di altezza dal pavimento, almeno 0.2 m di distanza dalle pareti;
- > posti di lavoro occupati durevolmente in locali interni: da 0.5 a 2 m di altezza dal pavimento, almeno 0.2 m di distanza dalle pareti;
- > terreni da gioco per bambini: da 0.2 a 2 m di altezza dal suolo.

I terreni non edificati, in zona edificabile, sui quali sono consentite utilizzazioni sensibili, vengono considerati come se gli edifici fossero già costruiti. In assenza di pianifi-

<sup>12</sup> Esclusi i locali attigui come ripostigli, cantine ecc. che non sono adatti per il soggiorno prolungato di persone

<sup>13</sup> Seco: «Lavoro e salute – Indicazioni relative alle ordinanze 3 e 4 concernenti la legge sul lavoro», 315-5; Berna, dicembre 1999

cazione, si considera come LAUS l'intero volume ammissibile in base alla licenza di costruzione.

L'articolo 3 capoverso 3 dell'ORNI non stabilisce come vadano trattate le riserve di utilizzazione negli edifici esistenti o su terreni già edificati. In merito si suggerisce di basarsi su edifici e terreni già utilizzati al momento della valutazione. Eventuali ampliamenti d'uso pianificati – come ad esempio modifiche dell'utilizzazione di soffitte, fabbricati aggiunti o sopraelevazioni di edifici – andranno considerati nel momento in cui i relativi progetti sono già stati pubblicati nel quadro della procedura per il rilascio della licenza di costruzione. Qualora su terreni in parte edificati dovessero venire realizzate successivamente nuove riserve di utilizzo e quindi nuovi luoghi a utilizzazione sensibile, le limitazioni preventive delle emissioni (capitolo 3.1) si applicano anche a questi luoghi. Eventualmente al momento della realizzazione di nuovi luoghi a utilizzazione sensibile deve essere eseguita una nuova valutazione RNI e, se necessario, dovrà essere adattata la linea.

## 2.8 Locali e spazi di soggiorno di breve durata (LSBD)

Si tratta dei luoghi accessibili alle persone ma che non sono considerati luoghi a utilizzazione sensibile (capitolo 2.7). Negli LSBD devono essere rispettati soltanto i valori limite d'immissione, non si applicano invece le limitazioni preventive delle emissioni come nei luoghi a utilizzazione sensibile.

Esempi di LSBD all'interno di edifici:

- > autorimesse e posti macchina;
- > trombe delle scale;
- > posti di lavoro non occupati durevolmente;
- > locali di magazzini e archivi;
- > chiese, sale da concerto e teatri.

All'esterno tutti i luoghi accessibili alle persone sono considerati LSBD. Non sono considerate accessibili le aree delimitate da recinzioni o catene e segnalate con appositi avvisi. Non sono inoltre da considerare accessibili le aree non percorribili, in particolare in montagna.

Esempi di LSBD all'aperto:

- > zone agricole;
- > strade e marciapiedi;
- > giardini;
- > balconi e terrazze;
- > campeggi;
- > infrastrutture sportive e ricreative nonché piscine all'aperto;
- > terrazze panoramiche.

## 2.9 Perimetro di indagine e di legittimazione

### 2.9.1 Perimetro di indagine

Il perimetro di indagine è un corridoio che comprende al suo interno una linea aerea o una linea in cavo. Ha lo scopo di identificare quei luoghi a utilizzazione sensibile che devono essere documentati nel dettaglio nella scheda dei dati sul sito. Inoltre rappresenta un punto di riferimento per la distanza da mantenere rispetto a una linea in occasione della delimitazione di nuove zone edificabili (capitolo 7).

L'estensione del perimetro di indagine è definita in modo tale che al suo interno possa essere raggiunto o superato il valore limite dell'impianto di 1  $\mu$ T nello stato di esercizio determinante (capitolo 2.4)<sup>14</sup>. Essa viene determinata secondo i metodi descritti nel capitolo 8.5.2.

### 2.9.2 Perimetro di legittimazione

Il perimetro di legittimazione, come quello di indagine, è un corridoio che comprende al suo interno una linea aerea o una linea in cavo. È più largo del perimetro di indagine e serve a determinare se un abitante o il proprietario di un fondo ha diritto a presentare opposizione o ricorso nella procedura di approvazione dei piani o di risanamento relativamente alle questioni legate all'ORNI (capitolo 4.1). L'estensione del perimetro di legittimazione e quindi la cerchia della popolazione legittimata rimangono immutate anche quando con il tempo deve essere adeguata l'occupazione di fase o quando la combinazione determinante delle direzioni di carico dovesse cambiare. Per i dettagli relativi alla determinazione del perimetro di legittimazione si rimanda al capitolo 8.5.1.

<sup>14</sup> In determinate circostanze il superamento non si verifica al suolo ma soltanto a una quota più elevata.

## 3 > Requisiti

*Nel presente capitolo vengono illustrati concretamente i requisiti dell'ORNI relativi alle linee ad alta tensione se rilevanti nella prassi.*

### 3.1 Limitazioni preventive delle emissioni

#### 3.1.1 Nuovi impianti

Nello stato di esercizio determinante i nuovi impianti<sup>15</sup> devono rispettare il valore limite dell'impianto di 1  $\mu$ T nei luoghi a utilizzazione sensibile (all. 1 n. 15 ORNI). Per fornire la prova, il titolare dell'impianto presenta una scheda dei dati sul sito (allegato 1) all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani. Se deve essere realizzato un esame di impatto ambientale (EIA), la scheda dei dati sul sito è parte integrante del rapporto EIA nell'ambito dell'indagine principale.

Se non è possibile rispettare il valore limite dell'impianto in tutti i LAUS, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani accorda una deroga su domanda del titolare dell'impianto, a condizione che questi fornisca le prove conformemente al capitolo 3.1.4.

#### 3.1.2 Vecchi impianti

Nei vecchi impianti<sup>15</sup> deve essere ottimizzata l'occupazione di fase qualora nello stato di esercizio determinante venga superato il valore limite dell'impianto in uno o più luoghi a utilizzazione sensibile (all. 1 n. 16 cpv. 1 ORNI).

### Allegato 1 ORNI

#### **16 Vecchi impianti**

<sup>1</sup> Se, nei luoghi a utilizzazione sensibile, le radiazioni prodotte dall'impianto nello stato di esercizio determinante superano il valore limite dell'impianto, si deve ottimizzare l'occupazione di fase in modo tale che in tali luoghi la densità del flusso magnetico sia minimizzata.

<sup>15</sup> Per la definizione dei termini «vecchio e nuovo impianto» si rimanda al capitolo 2.5

Se l'occupazione di fase è già ottimale oppure non può essere ottimizzata (in caso di linee a un tratto o di linee a due tratti con direzioni di carico disaccoppiate (capitolo 2.4.2), non sono necessari ulteriori interventi. In particolare un vecchio impianto non deve rispettare il valore limite nei luoghi a utilizzazione sensibile né nello stato di esercizio determinante né nell'esercizio effettivo. Qualora l'impianto non possa rispettare il valore limite nemmeno dopo il risanamento, non è necessario richiedere o accordare una deroga.

Il titolare dell'impianto accerta la necessità di risanamento<sup>3</sup> per i suoi vecchi impianti e comunica il risultato all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani mediante il modulo «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione» (allegato 2).

Secondo l'allegato 1 numero 16 capoverso 2 ORNI il termine di risanamento è di 3 anni, ma può essere prorogato su domanda a 4 anni e mezzo se il risanamento entro i tre anni non sarebbe economicamente sopportabile (art. 8 cpv. 1 ORNI). Il termine decorre dall'emanazione della decisione di risanamento.

---

#### **Art. 8 ORNI Termine di risanamento**

*<sup>1</sup> Il termine per l'attuazione delle limitazioni preventive delle emissioni è stabilito conformemente alle prescrizioni dell'allegato 1. Se l'allegato 1 non prevede prescrizioni, si applica un termine di cinque anni al massimo. Su richiesta, l'autorità può prorogare questo termine della metà al massimo, se l'attuazione delle limitazioni delle emissioni entro il termine ordinario non dovesse essere economicamente sopportabile.*

#### **Allegato 1 ORNI**

##### **16 Vecchi impianti**

...

*<sup>2</sup> Il termine di risanamento giusta l'articolo 8 capoverso 1 è di tre anni al massimo.*

---

### **3.1.3 Modifica di impianti**

L'ORNI prevede esplicitamente dei requisiti per determinati adattamenti di impianti esistenti (capitoli da 2.6.1 a 2.6.3). Per queste modifiche deve essere presentata all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani una scheda dei dati sul sito conformemente all'allegato 1 che attesti il rispetto delle disposizioni applicabili. Per le altre modifiche di impianti esistenti che non influenzano la densità del flusso magnetico (capitolo 2.6.4) non è necessaria alcuna prova RNI.

Per quanto riguarda le prescrizioni occorre distinguere se la linea da modificare è da considerare ai sensi dell'ORNI un impianto *nuovo* o *vecchio*.

### 3.1.3.1 Modifica di un nuovo impianto

Se un nuovo impianto deve essere modificato ai sensi dell'ORNI dopo la sua messa in servizio, secondo l'articolo 6 ORNI si applicano le stesse prescrizioni previste per gli impianti nuovi.

---

#### **Art. 6 ORNI**

*Se, dopo la sua messa in servizio, un nuovo impianto è modificato ai sensi dell'allegato 1, si applicano le prescrizioni sulla limitazione delle emissioni per gli impianti nuovi.*

---

Questo significa che nello stato di esercizio determinante nei luoghi a utilizzazione sensibile deve essere rispettato il valore limite dell'impianto di 1  $\mu$ T. Per dimostrare il rispetto del limite, il titolare dell'impianto presenta una scheda dei dati sul sito (allegato 1) all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani. Se deve essere realizzato un esame di impatto ambientale (EIA), la scheda dei dati sul sito è parte integrante del rapporto EIA nell'indagine principale.

Se non è possibile rispettare il valore limite dell'impianto in tutti i luoghi a utilizzazione sensibile, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani accorda una deroga su domanda del titolare dell'impianto, a condizione che questi fornisca le prove conformemente al capitolo 3.1.4.

### 3.1.3.2 Modifica di un vecchio impianto

I vecchi impianti che vengono modificati ai sensi dell'ORNI devono soddisfare i requisiti previsti dall'articolo 9 ORNI.

---

#### **Art. 9 ORNI Modifica di vecchi impianti**

<sup>1</sup> *Se si modifica un vecchio impianto ai sensi dell'allegato 1, nello stato di esercizio determinante devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:*

- a. *la densità del flusso magnetico, rispettivamente l'intensità del campo elettrico<sup>16</sup> non possono aumentare nei luoghi a utilizzazione sensibile in cui, prima della modifica, il valore limite dell'impianto era già superato.*
- b. *il valore limite dell'impianto giusta l'allegato 1 non può essere superato negli altri luoghi a utilizzazione sensibile.*

<sup>2</sup> *L'autorità accorda deroghe conformemente all'allegato 1.*

---

<sup>16</sup> L'intensità del campo elettrico non è rilevante per la limitazione preventiva delle emissioni relative alle linee. Essa viene citata all'articolo 9 ORNI in riferimento agli impianti di trasmissione per i quali il valore limite dell'impianto si riferisce all'intensità del campo elettrico.

Per i vecchi impianti da modificare non si applica il principio valido per i nuovi impianti secondo il quale il valore limite dell'impianto deve essere rispettato in tutti i luoghi a utilizzazione sensibile.

Per dimostrare il rispetto di queste disposizioni, il titolare dell'impianto presenta all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani una scheda dei dati sul sito conformemente all'allegato 1. Se non è possibile rispettare le disposizioni in tutti i luoghi a utilizzazione sensibile, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani accorda una deroga su domanda del titolare dell'impianto, a condizione che questi fornisca le prove conformemente al capitolo 3.1.4.

---

#### **Allegato 1 ORNI**

##### ***17 Modifiche di vecchi impianti***

*In caso di modifica di un vecchio impianto, l'autorità accorda deroghe alle esigenze giuste l'articolo 9 capoverso 1 se il titolare dell'impianto dimostra che sono soddisfatte le condizioni di cui al numero 15 capoverso 2.*

---

Se risulta che l'impianto deve essere risanato conformemente all'accertamento di cui al capitolo 6.2 e il risanamento non è ancora stato eseguito, l'impianto secondo l'articolo 18 capoverso 1 LPAmb deve essere risanato contestualmente alla modifica, ovvero deve essere ottimizzata l'occupazione di fase. Quale parametro di riferimento per il confronto della densità del flusso magnetico prima e dopo la modifica si ricorre all'occupazione di fase nello stato iniziale (non risanato).

---

#### **Art. 18 LPAmb Trasformazione ed ampliamento di impianti bisognosi di risanamento**

<sup>1</sup> *Un impianto bisognoso di risanamento può essere trasformato o ampliato soltanto se viene contemporaneamente risanato.*

...

---

Un caso particolare è quello in cui la modifica riguarda soltanto le direzioni di carico e di conseguenza l'occupazione di fase. Le modifiche dell'occupazione di fase sono indicate esplicitamente nella definizione di modifica (capitolo 2.6.3), tuttavia si verificano principalmente nell'ambito del risanamento di vecchie linee. Per questo aspetto non è necessario presentare una scheda dei dati sul sito, ma è sufficiente il modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione». Lo stesso vale nel caso in cui debba essere ottimizzata nuovamente l'occupazione di fase di una vecchia linea già risanata in seguito al cambiamento delle direzioni di carico (esercizio non conforme, capitolo 3.1.5). Se si tratta dell'unica modifica, anche in questo caso è sufficiente il modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione». Per le nuove linee, invece, all'autorità incaricata dell'approvazione

dei piani deve essere presentata una scheda dei dati sul sito in occasione di ogni modifica ai sensi dell'ORNI, anche in caso di modifica (successiva) dell'occupazione di fase.

### 3.1.4 Derghe

Il legislatore parte dal presupposto che il rispetto delle limitazioni preventive delle emissioni sia generalmente possibile sotto il profilo tecnico e dell'esercizio e sia economicamente sopportabile. Tuttavia alcuni casi risultano più complessi. L'ORNI tiene conto di questa situazione prevedendo l'accordo di deroghe. Queste deroghe non devono però diventare la norma. Per questo motivo esse vengono accordate soltanto sulla base di singoli progetti e devono essere richieste e motivate dal titolare dell'impianto. L'allegato 1 numero 15 capoverso 2 ORNI spiega quali presupposti devono essere soddisfatti e quali prove devono essere fornite.

#### Allegato 1 ORNI

##### 15 Nuovi impianti

...

<sup>2</sup> L'autorità accorda deroghe se il titolare dell'impianto dimostra che:

- a. l'occupazione di fase è ottimizzata in modo tale che, nello stato di esercizio determinante, la densità del flusso magnetico all'esterno del tracciato della linea è minimizzata; e
- b. sono state adottate tutte le altre misure per la limitazione delle radiazioni, quali un altro sito, un'altra disposizione dei conduttori, il cablaggio o schermature, consentite dal progresso tecnico, dalle condizioni d'esercizio e dalle possibilità economiche.

Chi presenta una domanda di deroga, deve perciò dimostrare che l'occupazione di fase prevista è ottimizzata (a patto che esista) e indicare tutte le altre misure che intende adottare per ridurre il campo magnetico. Inoltre devono essere valutate altre misure di riduzione, inclusi altri siti (tracciati alternativi) e altre disposizioni dei conduttori (ad es. tralicci più alti, disposizione più compatta sul traliccio) e il titolare dell'impianto deve motivare perché non sono possibili dal punto di vista tecnico/dell'esercizio o perché non sono economicamente sopportabili.

Quando l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani ha accordato una deroga, l'impianto interessato, dopo la sua messa in servizio, deve essere sottoposto ad ulteriori controlli (art. 12 cpv. 3 ORNI).



---

---

## Art. 12 ORNI Controllo

...

<sup>3</sup> Se, a causa delle deroghe accordate, il valore limite dell'impianto giusta l'allegato 1 è superato negli impianti nuovi o modificati, l'autorità misura o fa misurare periodicamente le radiazioni prodotte da detto impianto. Entro sei mesi dalla messa in esercizio dello stesso controlla se:

- a. le indicazioni relative all'esercizio, che sono alla base della decisione, sono esatte; e
  - b. le decisioni emanate sono rispettate.
- 

Questo controllo comprende generalmente la registrazione e l'analisi dei dati di esercizio conformemente al capitolo 8.6 e una misurazione di collaudo conformemente al capitolo 8.2 in un luogo idoneo. Poiché la misurazione di collaudo serve soltanto a convalidare la modellazione della densità del flusso magnetico, non è necessario eseguirla in ogni luogo a utilizzazione sensibile soggetto alla deroga. È sufficiente una misurazione di collaudo per ogni sottosezione dell'impianto (per la valutazione delle sottosezioni si veda l'allegato 1 capitolo A1-1).

### 3.1.5 Conformità dell'esercizio effettivo allo stato di esercizio determinante approvato

L'occupazione di fase ottimale, il rispetto del valore limite dell'impianto e la concessione di deroghe si riferiscono sempre allo stato di esercizio determinante (capitolo 2.4). Affinché le limitazioni delle emissioni adottate raggiungano lo scopo auspicato, ovvero minimizzare la densità del flusso magnetico nella media di lungo periodo al di fuori del tracciato della linea, è necessario garantire che l'esercizio effettivo corrisponda allo stato di esercizio determinante approvato. In caso contrario, ad esempio quando la funzione di una linea cambia in modo fondamentale nella rete di distribuzione o quando le direzioni di carico previste in realtà risultano essere errate, è necessario definire nuovamente lo stato di esercizio determinante e, sulla base di questo, eseguire una nuova valutazione RNI. Se necessario, occorre infine procedere a una nuova ottimizzazione dell'occupazione di fase.

L'esercizio non è conforme quando si verifica uno dei seguenti casi:

- > nei tratti di linea per i quali è stata definita una limitazione della corrente per motivi non fisici (capitolo 2.4.1): quando più del 2% dei valori medi orari della corrente è superiore alla corrente determinante approvata;
- > in una linea a due tratti aventi la stessa frequenza: quando la combinazione determinante delle direzioni di carico nell'esercizio effettivo (sulla base dell'analisi statistica conformemente al capitolo 8.6) differisce da quella dello stato di esercizio determinante approvato (es. direzioni opposte invece che nella stessa direzione; nella stessa direzione invece che disaccoppiate ecc.);

> in una linea a tre o più tratti aventi la stessa frequenza: quando la combinazione determinante delle direzioni di carico nell'esercizio effettivo in almeno una coppia di tratti di linea (sulla base dell'analisi statistica conformemente al capitolo 8.6) differisce da quella dello stato di esercizio determinante approvato (ad es. direzioni opposte invece che nella stessa direzione; nella stessa direzione invece che disaccoppiate ecc.).

Per dimostrare la conformità allo stato di esercizio determinante approvato, il titolare dell'impianto deve registrare e analizzare l'esercizio effettivo delle linee. L'autorità incaricata dell'approvazione dei piani stabilisce nei singoli casi se questa prova deve essere fornita.

### 3.2 Rispetto dei valori limite d'immissione

L'allegato 2 numero 11 capoverso 1 ORNI definisce dei valori limite d'immissione per l'intensità del campo elettrico e la densità del flusso magnetico (tabella 1). Tali valori devono essere rispettati sia negli impianti nuovi sia in quelli vecchi.

**Tab. 1 > Valori limite d'immissione relativi alle frequenze del trasporto dell'elettricità.**

Frequenza	Valore limite d'immissione per il valore efficace della	
	intensità del campo elettrico	densità del flusso magnetico
16.7 Hz	10 000 V/m	300 $\mu$ T
50 Hz	5 000 V/m	100 $\mu$ T

Secondo l'esperienza il valore limite d'immissione relativo alla densità del flusso magnetico non viene raggiunto da alcuna linea nell'area accessibile. Pertanto è possibile rinunciare a esaminare ogni singolo caso.

Potenzialmente il valore limite d'immissione relativo all'intensità del campo elettrico può essere raggiunto o superato nelle linee aeree a 380 kV e a 220 kV approvate prima dell'entrata in vigore dell'ordinanza sulle linee elettriche in virtù della vecchia ordinanza del 7 luglio 1933 sulla corrente forte<sup>17</sup>. Per tutte le altre linee aeree e per tutte le linee in cavo il valore limite d'immissione relativo all'intensità del campo elettrico non viene raggiunto nell'area accessibile, pertanto per queste linee è possibile rinunciare all'esame dei singoli casi.

È determinante il valore efficace massimo temporale dell'intensità del campo elettrico.

<sup>17</sup> La vecchia ordinanza sulla corrente forte consentiva distanze inferiori dal suolo rispetto all'ordinanza sulle linee elettriche entrata in vigore il 1° giugno 1994.

Se i tratti di linea a 50 Hz sono combinati con quelli della rete di elettrodotti delle ferrovie (16.7 Hz), il valore limite dell'impianto non è formulato con un valore numerico ma come condizione di somma (all. 2 n. 221 ORNI):

$$\frac{E_{50}}{5000} + \frac{E_{16.7}}{10000} \leq 1 \quad (1)$$

dove  $E_{50}$  e  $E_{16.7}$  rappresentano i valori efficaci dell'intensità del campo elettrico in V/m per le frequenze 50 e 16.7 Hz. In questo caso è determinante il valore massimo temporale dell'espressione della somma (1).

Il valore limite d'immissione deve essere sempre rispettato in tutti i locali e gli spazi per il soggiorno di breve durata (LSBD, capitolo 2.8) e in tutti i luoghi a utilizzazione sensibile (LAUS, capitolo 2.7). L'esperienza insegna che sono critici soltanto gli LSBD all'aperto che si trovano direttamente sotto a una linea, in un punto dove il conduttore presenta la distanza minima dal suolo. L'altezza per la valutazione è di 1 m dal suolo.

Per i nuovi impianti e in caso di modifica di impianti il titolare dimostra il rispetto del valore limite d'immissione nella relativa scheda dei dati sul sito. Se deve essere realizzato un esame di impatto ambientale (EIA), la scheda dei dati sul sito è parte integrante del rapporto EIA nell'indagine principale.

Anche i vecchi impianti devono rispettare il valore limite d'immissione. In caso contrario, l'urgenza del risanamento è determinata sulla base dell'intensità e della frequenza dei disturbi quando si toccano oggetti metallici. L'avvio di una procedura di risanamento è indicata quando sotto la linea si registrano disturbi notevoli (capitolo 1.2).

### 3.3 Delimitazione di nuove zone edificabili

L'articolo 16 ORNI stabilisce i requisiti da osservare per la delimitazione di nuove zone edificabili.

---

#### Art. 16 ORNI

*Le zone edificabili possono essere delimitate soltanto dove i valori limite dell'impianto giusta l'allegato 1 vengono rispettati da impianti esistenti e pianificati, definiti come tali nella legislazione sulla pianificazione del territorio, oppure dove possono essere rispettati mediante misure di tipo pianificatorio o edile.*

---

Mentre le limitazioni preventive delle emissioni secondo l'allegato 1 ORNI hanno lo scopo di contenere il campo magnetico nei LAUS già esistenti, l'articolo 16 si propone di impedire la realizzazione di LAUS supplementari in prossimità delle linee. In nessun altro tipo di impianto, disciplinato nell'ORNI, questa disposizione assume un'importanza così decisiva come per le linee aeree e in cavo ad alta tensione. Il rispetto del valore limite dell'impianto può richiedere in determinate circostanze una distanza dalla linea fino a un massimo di cento metri e rappresenta pertanto una prescrizione rilevante per la pianificazione del territorio.

L'articolo 16 ORNI non indica espressamente a quale stato di esercizio dell'impianto si riferisce il rispetto del valore limite dell'impianto. Ai fini di un accertamento uniforme della fattispecie conviene conformarsi allo stato di esercizio determinante (capitolo 2.4) acome per la realizzazione di una nuova linea.

Le definizioni territoriali relative agli impianti pianificati sono reperibili nei piani redatti secondo la legge sulla pianificazione del territorio (LPT), in particolare nel piano settoriale elettrodotti (PSE) della Confederazione (per le linee ad alta tensione) oppure nel piano direttore cantonale.

Le misure di tipo pianificatorio menzionate all'articolo 16 ORNI sono costituite essenzialmente da limitazioni dell'utilizzazione. Ad esempio è ammessa la delimitazione di una nuova zona edificabile in presenza di una linea esistente, anche se in una parte della particella il valore limite dell'impianto sarà superato. In questo caso le limitazioni dell'utilizzazione devono garantire fin dall'inizio che nell'area in cui è superato il valore limite dell'impianto non sorgano luoghi a utilizzazione sensibile. In questa parte della zona edificabile si potrebbero prevedere ad esempio autorimesse, archivi, parcheggi o zone verdi (ad esclusione dei terreni da gioco per bambini).

Diverso è il caso di una zona edificabile che confina con una linea già delimitata prima dell'entrata in vigore dell'ORNI nel rispetto delle prescrizioni vigenti. In assenza di basi giuridiche nella legislazione sulla protezione dell'ambiente e sulla pianificazione del territorio, l'ORNI non prevede limitazioni su queste particelle per quanto riguarda le costruzioni ammesse e non prescrive alcun obbligo di ridefinire le zone. Dal punto di vista dell'ORNI, su una particella di questo tipo può essere costruito un edificio anche se al suo interno sarà superato il valore limite dell'impianto. Né il committente della costruzione né il titolare dell'impianto devono presentare domanda di deroga. Il titolare della linea ha soltanto l'obbligo di ottimizzare l'occupazione di fase (capitolo 3.1.2), un obbligo comunque già vigente perché anche la particella non edificata viene classificata come luogo a utilizzazione sensibile. Ovviamente anche in questo caso nei LAUS è auspicabile ridurre il carico dei campi magnetici al di sotto del valore limite dell'impianto mediante una disposizione idonea delle costruzioni e dei singoli locali ed eventualmente mediante interventi tecnici. Questo però rientra nella responsabilità esclusiva del committente.

### 3.4 **Obbligo di collaborazione e di notifica del titolare dell'impianto**

Gli articoli 10 e 11 ORNI stabiliscono gli obblighi di collaborazione e di notifica del titolare nei confronti delle autorità:

#### **Art. 10 ORNI Obbligo di collaborazione**

*Il titolare di un impianto è tenuto a fornire all'autorità, su richiesta della stessa, le informazioni necessarie all'esecuzione, segnatamente le indicazioni giuste l'articolo 11 capoverso 2. All'occorrenza, deve effettuare o tollerare misurazioni o altri accertamenti.*

#### **Art. 11 ORNI Obbligo di notifica**

<sup>1</sup> *Nel corso della procedura per il rilascio dell'autorizzazione o della concessione, il titolare di un impianto, per il quale l'allegato 1 fissa limitazioni delle emissioni, deve inoltrare all'autorità una scheda dei dati sul sito se viene costruito un nuovo impianto, se l'impianto è stato trasferito in un altro sito, se è stato sostituito nel medesimo sito oppure se è stato modificato ai sensi dell'allegato 1. Fanno eccezione le installazioni elettriche domestiche (allegato 1 n. 4).*

<sup>2</sup> *La scheda dei dati sul sito deve contenere:*

- a. *i dati tecnici e dell'esercizio, attuali e pianificati, relativi all'impianto nella misura in cui essi sono determinanti per la produzione di radiazioni;*
- b. *lo stato di esercizio determinante giusta l'allegato 1;*
- c. *indicazioni sulle radiazioni prodotte dall'impianto;*
  1. *nel luogo accessibile alle persone in cui tali radiazioni registrano il valore massimo,*
  2. *nei tre luoghi a utilizzazione sensibile in cui tali radiazioni registrano il valore massimo, e*
  3. *in tutti i luoghi a utilizzazione sensibile in cui il valore limite dell'impianto giusta l'allegato 1 è superato;*
- d. *una planimetria che illustra le indicazioni menzionate alla lettera c.*

Un importante strumento per notificare i dati rilevanti di una linea ai fini delle RNI è la scheda dei dati sul sito conformemente all'articolo 11 numero 2 ORNI. Il modello consigliato e le istruzioni per la compilazione sono pubblicati nell'allegato 1.

Il titolare dell'impianto compila la scheda dei dati sul sito ed è responsabile della correttezza dei dati. Egli presenta la scheda all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani quando viene realizzata una nuova linea (incluso il trasferimento o la sostituzione di una linea esistente secondo i criteri dei capitoli 2.5.2 e 2.5.3) oppure quando deve essere modificata una linea ai sensi dell'ORNI (capitoli da 2.6.1 a 2.6.3). In merito al contenuto di tale scheda si può precisare quanto segue:

- > l'articolo 11 capoverso 2 lettera c cifra 1 ORNI (luogo accessibile in cui le radiazioni registrano il valore massimo) si riferisce al rispetto dei valori limite d'immissione (capitolo 3.2). È necessario indicare il dato nella scheda dei dati sul sito soltanto se

un valore limite d'immissione può essere raggiunto o superato, fatto che può essere generalmente escluso per quanto riguarda la densità del flusso magnetico. Per l'intensità del campo elettrico vanno considerate tutte le linee aeree a 380 kV nonché le linee aeree a 220 kV la cui distanza dal suolo corrisponde alla vecchia ordinanza sulla corrente forte. Pertanto deve essere indicata solo l'intensità del campo elettrico per le linee aeree sopra menzionate, per tutte le altre linee i valori limite d'immissione si intendono rispettati a priori e non è necessario fornire la prova per tutti i singoli casi;

- l'articolo 11 capoverso 2 lettera c cifre 2 e 3 ORNI (radiazioni in luoghi a utilizzazione sensibile) si riferisce alle limitazioni preventive delle emissioni e riguarda pertanto solo la densità del flusso magnetico. Nella scheda dei dati sul sito devono essere documentati tutti i LAUS che si trovano all'interno del perimetro di indagine conformemente al capitolo 8.5.2. Se lungo l'intero tratto di linea soggetto a valutazione si trovano meno di tre LAUS all'interno del perimetro di indagine, non è necessario includerne altri.

In caso di adattamenti di un impianto che non sono considerati modifiche ai sensi dell'ORNI (capitolo 2.6.4) per il settore RNI non deve essere inoltrata una notifica all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani.

Per i vecchi impianti che rimangono in esercizio senza variazioni non è necessaria la scheda dei dati sul sito. Invece, qualora non si sia già provveduto, deve essere accertata la necessità di risanamento. A questo scopo l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani può richiedere al titolare dell'impianto i dati e gli accertamenti necessari sulla base dell'articolo 10 ORNI. A tal fine va compilato il modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione» (allegato 2). Mediante lo stesso modulo possono essere comunicate all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani anche le eventuali modifiche future dello stato di esercizio determinante di un vecchio impianto, che non richiedono interventi costruttivi<sup>18</sup>.

L'obbligo di collaborazione secondo l'articolo 10 ORNI comprende anche la registrazione e l'analisi dei dati di esercizio da parte del titolare dell'impianto in conformità al capitolo 8.6 nonché l'esecuzione di misurazioni di collaudo secondo il capitolo 8.2. Entrambi possono essere disposti dall'autorità incaricata dell'approvazione dei piani per ogni singolo caso. Le riconfigurazioni di una sezione di rete richiedono una particolare attenzione. Se le caratteristiche di carico di una linea vengono modificate in modo duraturo, può accadere che il nuovo stato di esercizio non sia più conforme allo stato determinante precedentemente approvato. Se tale non conformità risulta duratura, il titolare dell'impianto, prima di attuare la conversione, deve informare l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani, senza che questa ne faccia richiesta.

Ai fini della delimitazione di nuove zone edificabili il titolare dell'impianto ha l'obbligo di informare le autorità cantonali o comunali competenti per la pianificazione territoriale. Le informazioni devono essere trasmesse mediante il modulo di notifica «Distanza di progettazione per nuove zone edificabili in presenza di una linea ad alta tensione» (allegato 3).

<sup>18</sup> In particolare la modifica della combinazione determinante delle direzioni di carico

## 4 > Diritti della popolazione

---

### 4.1 Partecipazione alle procedure di approvazione dei piani e di risanamento

Secondo l'articolo 6 della legge federale sulla procedura amministrativa (PA) sono parti le persone i cui diritti od obblighi potrebbero essere toccati dalla decisione relativa a un impianto. Come parte possono fare valere i loro interessi mediante partecipazione, in particolare sotto forma di opposizione o di ricorso. Inoltre hanno il diritto di accedere agli atti.

Hanno diritto ad opporsi o a presentare ricorso quelle fasce della popolazione che, rispetto al resto della collettività, sono più colpite dalle radiazioni non ionizzanti di una linea ad alta tensione. La legittimazione ricorsuale è definita mediante il perimetro di legittimazione, un corridoio che comprende l'impianto su entrambi i lati (capitolo 2.9.2) la cui larghezza viene definita conformemente al capitolo 8.5.1. Per quanto attiene alla limitazione preventiva delle emissioni dei campi magnetici di linee elettriche hanno il diritto di opporsi o di presentare ricorso quelle persone che soggiornano in modo prolungato in luoghi a utilizzazione sensibile all'interno di questo perimetro di legittimazione o che sono proprietari di luoghi a utilizzazione sensibile all'interno dello stesso perimetro.

Il perimetro di legittimazione non può essere interpretato come zona di pericolo. La densità del flusso magnetico all'interno del corridoio è generalmente maggiore di quella a cui è esposta normalmente la popolazione, tuttavia è ben al di sotto della soglia oltre la quale sono scientificamente riconosciute conseguenze dannose per la salute e il benessere.

In occasione della realizzazione di nuovi impianti o della modifica di impianti esistenti le parti possono far valere i loro diritti nell'ambito della procedura di approvazione dei piani.

Per l'accertamento del risanamento e l'eventuale risanamento di vecchi impianti si applicano le seguenti regole:

- > per gli impianti i cui proprietari al momento dell'esame da parte dell'autorità di approvazione dei piani non hanno ancora eseguito misure di risanamento, il procedimento si basa sulle regole della PA. Questo significa che al termine della procedura l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani deve adottare una decisione all'attenzione del gestore dell'impianto e deve consentire alle parti di partecipare alla procedura prima di adottare questa decisione. Se il titolare dell'impianto prevede di eseguire anche interventi costruttivi nell'ambito del risanamento, viene eseguita una procedura di approvazione dei piani;

- 
- > nei casi in cui il titolare della linea abbia già risanato un impianto senza che sia stata adottata una decisione in merito, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani ne prende atto. In questo caso è possibile rinunciare ad eseguire una procedura formale e a presentare successivamente il modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione» di cui all'allegato 2. Se gli interessati successivamente dovessero richiedere una decisione impugnabile, viene eseguita una procedura secondo le regole dalla PA;
  - > esistono impianti che non devono essere risanati perché il valore limite dell'impianto viene rispettato. Inoltre alcuni impianti non possono essere risanati dal punto di vista tecnico, ad esempio perché l'impianto è costituito da un unico tratto di linea. In questi casi l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani può rinunciare a una procedura formale. Qualora gli interessati dovessero richiedere una decisione impugnabile, viene eseguita un'apposita procedura.



4.2

## Informazioni sull'esercizio di linee dopo la conclusione di una procedura di approvazione dei piani o di risanamento

Secondo l'articolo 47 capoverso 2 LPAmb e secondo il principio della trasparenza nell'amministrazione (LTras, in vigore dall'1/7/2006) le persone interessate hanno il diritto ad ottenere informazioni sull'esercizio di impianti disponibili presso le autorità, a condizione che non vengano violati segreti di fabbricazione o d'affari.

### Art. 6 LTras Principio della trasparenza

<sup>1</sup> Ogni persona ha il diritto di consultare i documenti ufficiali e di ottenere informazioni sul loro contenuto da parte delle autorità.

### Art. 7 LTras Eccezioni

<sup>1</sup> Il diritto di accesso a un documento ufficiale è limitato, differito o negato se può:

...

g. comportare la rivelazione di segreti professionali, di fabbricazione o d'affari.

### Art. 47 LPAmb Informazione e obbligo del segreto

...

<sup>2</sup> Le autorità competenti possono, uditi gli interessati, pubblicare i risultati del controllo d'impianti e le informazioni secondo l'articolo 46, se sono d'interesse generale. I risultati del controllo devono essere comunicati, a domanda, qualora non vi osti un interesse preponderante. Il segreto di fabbricazione e d'affari è in ogni caso protetto.

È responsabile dell'accesso alle informazioni sull'esercizio di una linea l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani che dispone di queste informazioni<sup>19</sup>. Sulla base degli articoli da 6 a 9 LTras è possibile stabilire se tali informazioni sono pubbliche; la procedura per accedere a tali informazioni è disciplinata negli articoli da 10 a 17 LTras.

I risultati delle misurazioni di collaudo (capitolo 8.2) disposte dall'autorità incaricata dell'approvazione dei piani non costituiscono un segreto d'affari. Inoltre, se l'autorità ha disposto la registrazione e l'analisi dei dati di esercizio (capitolo 8.6), non costituiscono un segreto d'affari nemmeno i parametri statistici ricavati dai dati di esercizio.

<sup>19</sup> È anche possibile e spesso consigliabile che il titolare dell'impianto fornisca direttamente le informazioni desiderate ai gruppi interessati. Se le parti non riescono a decidere in merito al tipo e all'entità delle informazioni, possono rivolgersi all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani a condizione che questa ne sia in possesso.

## 5 > Esecuzione dell'ORNI per le linee di nuova realizzazione o da modificare

---

### 5.1 Campo d'applicazione

Le spiegazioni del presente capitolo si applicano a tutti i progetti nei quali una linea deve essere realizzata, sostituita, trasferita o modificata ai sensi dell'ORNI. Per le definizioni fare riferimento ai capitoli 2.5 e da 2.6.1 a 2.6.3.<sup>20</sup>

### 5.2 Scheda dei dati sul sito

Il titolare di un impianto documenta lo stato d'esercizio determinante e il carico di RNI nella scheda dei dati sul sito e nei relativi allegati. Il modello e le istruzioni dettagliate per la sua compilazione sono riportati nell'allegato 1.

### 5.3 Domanda di deroga

Se non è possibile rispettare i requisiti preventivi dell'ORNI in uno o più LAUS (punto 3.2 della scheda dei dati sul sito), il richiedente deve presentare domanda di deroga. La domanda deve essere motivata e devono essere esaminate altre misure per la riduzione del campo magnetico (capitolo 3.1.4).

La domanda di deroga non può essere presentata sulla base di un accertamento generico (scheda complementare 1 della scheda dei dati sul sito). Come base deve essere modellata nel dettaglio la densità del flusso magnetico nella sottosezione corrispondente (schede complementari 2 o 3 della scheda dei dati sul sito).

### 5.4 Esame e approvazione da parte dell'autorità

L'autorità incaricata dell'approvazione dei piani esamina la scheda dei dati sul sito e l'eventuale domanda di deroga. Nell'approvazione dei piani fissa in particolare lo stato di esercizio determinante ed eventuali deroghe accordate. In caso di nuova definizione dello stato di esercizio determinante (limitazione della corrente; combinazione determinante delle direzioni di carico) senza modifiche costruttive, l'autorità può rinunciare

<sup>20</sup> Si applicano anche quando deve essere ridefinito lo stato di esercizio determinante di una linea approvata dopo l'1/2/2000 senza che ciò implichi interventi costruttivi. Questo caso si può verificare in particolare quando nell'esercizio effettivo di un impianto non sono confermate le previsioni relative alla combinazione determinante delle direzioni di carico.

ad eseguire una procedura formale di approvazione dei piani. I diritti delle parti devono essere salvaguardati nella stessa misura prevista per il risanamento di un vecchio impianto (capitolo 4.1).

Se viene fissata una limitazione della corrente dovuta a motivi non fisici (capitolo 2.4.1) oppure in caso di dubbi sulla combinazione determinante delle direzioni di carico, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani dispone una registrazione e un'analisi dei dati di esercizio come pure la loro notifica conformemente al capitolo 8.6.

Se viene accordata una deroga, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani dispone una registrazione e un'analisi dei dati di esercizio conformemente al capitolo 8.6 nonché una misurazione di collaudo conformemente al capitolo 8.2 per quelle sottosezioni per le quali sono state accordate delle deroghe. La misurazione di collaudo non deve essere eseguita in tutti i LAUS interessati dalle deroghe. È sufficiente una misurazione di collaudo per sottosezione in un luogo rappresentativo.

## 5.5 **Esercizio dell'impianto**

### 5.5.1 **Registrazione dei dati di esercizio**

Il titolare dell'impianto registra i dati di esercizio conformemente al capitolo 8.6 e notifica il risultato all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani se

- > è stato disposto dall'autorità nell'approvazione dei piani oppure
- > è stato disposto dall'autorità successivamente poiché sono insorti dei dubbi relativamente all'esercizio della linea conforme all'autorizzazione.

Se si accerta che l'esercizio dell'impianto non è conforme allo stato di esercizio determinante stabilito nell'approvazione dei piani, l'autorità richiede al titolare di aggiornare la scheda dei dati sul sito. In particolare deve essere stabilito il nuovo stato di esercizio determinante e deve essere ripetuta la modellazione della densità del flusso magnetico.

Se la modellazione relativa al nuovo stato di esercizio determinante rivela che le limitazioni preventive delle emissioni non sono rispettate in un numero maggiore di LAUS rispetto a quelli previsti in seguito alla modellazione originaria, è necessario ottimizzare l'occupazione di fase per il nuovo stato di esercizio determinante. Se anche in seguito a tale intervento non è possibile rispettare le limitazioni preventive delle emissioni in questi LAUS, deve essere presentata e motivata una domanda di deroga (capitolo 3.1.4).

L'autorità incaricata dell'approvazione dei piani registra il nuovo stato di esercizio determinante nonché le eventuali deroghe accordate in un'appendice all'approvazione dei piani.

### 5.5.2 Misurazione di collaudo

Il titolare dell'impianto fa eseguire una misurazione di collaudo da un laboratorio di prova accreditato conformemente al capitolo 8.2 se

- > l'autorità di approvazione dei piani lo ha disposto nell'approvazione dei piani oppure
- > l'autorità lo ha disposto successivamente perché sono insorti dei dubbi relativi alla correttezza del modello di linea impiegato per la modellazione RNI.

Se il modello di linea viene confermato dalla misurazione, il titolare presenta all'autorità il rapporto di misura.

Se si accerta invece una discrepanza non ammessa fra i risultati della modellazione e quelli della misurazione di collaudo, il titolare deve procedere a una rettifica. Se necessario, occorre adeguare il modello di linea, ripetere la modellazione RNI per lo stato determinante di esercizio mediante il modello di linea corretto e aggiornare la scheda dei dati sul sito. Al termine il titolare dell'impianto presenta all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani il rapporto di misurazione unitamente alla scheda dei dati sul sito corretta. Se la nuova modellazione rivela che le limitazioni preventive delle emissioni non sono rispettate in più LAUS rispetto alla modellazione iniziale, devono essere adottate successivamente tutte le misure possibili per ridurre la densità del flusso magnetico nei nuovi LAUS colpiti. Se nonostante ciò i requisiti preventivi non sono rispettati, deve essere presentata una domanda di deroga adeguatamente motivata (capitolo 3.1.4).

L'autorità incaricata dell'approvazione dei piani fissa eventuali deroghe supplementari accordate in un'appendice all'approvazione dei piani.

## 6 > Esecuzione dell'ORNI per le vecchie linee

---

### 6.1 Campo d'applicazione

Le spiegazioni del presente capitolo si riferiscono alle vecchie linee secondo la definizione del capitolo 2.5.

Il presente capitolo non si applica alle vecchie linee che vengono modificate ai sensi dell'ORNI (vedere il capitolo 2.6 per maggiori chiarimenti relativi alla tipologia di modifiche) nonché alle vecchie linee che vengono trasferite o sostituite secondo i criteri del capitolo 2.5. In entrambi i casi l'esecuzione si basa sul capitolo 5.

### 6.2 Accertamento della necessità di risanamento

Le spiegazioni del presente capitolo servono a stabilire se una vecchia linea rispetta le limitazioni preventive delle emissioni (capitolo 3.1.2). Per ora non si verifica in modo sistematico se il valore limite d'immissione per la densità del campo elettrico viene rispettato in tutti i luoghi accessibili. Come spiegato nel capitolo 3.2, i risanamenti relativi al campo elettrico non vengono considerati urgenti e devono essere eseguiti soltanto se sotto una linea si registrano disturbi notevoli.

Il titolare accerta se una vecchia linea deve essere risanata. Esistono cinque motivi per i quali un vecchio impianto non può o non deve essere risanato:

- > è presente un solo tratto di linea per frequenza. L'occupazione di fase in questo caso non è rilevante;
- > le direzioni di carico fra i tratti di linea della stessa frequenza sono disaccoppiati. In questo caso non è possibile decidere quale sarebbe l'occupazione di fase ottimale;
- > l'occupazione di fase è già ottimizzata;
- > il valore limite dell'impianto è rispettato in tutti i LAUS. Questa prova può essere fornita mediante modellazione della densità del flusso magnetico nei LAUS conformemente al capitolo 8.1 oppure, per le linee a due tratti, che soddisfano i presupposti del capitolo 8.3.2 sulla base della distanza indicativa (capitolo 8.3);
- > l'occupazione di fase non è ottimizzata e il valore limite dell'impianto è superato. Tale valore può però essere rispettato senza modificare l'occupazione di fase se la corrente determinante è limitata ad un valore inferiore a quello della corrente limite termica.

Ognuno dei cinque motivi elencati è di per sé già sufficiente. È facoltà del titolare dell'impianto fornire la prova che ritiene più idonea.

Se non è possibile fornire nessuna delle prove sopra indicate, l'impianto deve essere risanato. In questo caso esiste un'occupazione di fase ottimale che non corrisponde a quella attuale. Inoltre il valore limite dell'impianto viene superato nei LAUS e non può essere rispettato mediante una limitazione della corrente.

### 6.3 Modulo di notifica

#### «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione»

Il titolare dell'impianto comunica il risultato dell'accertamento all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani mediante il modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione». Il modulo di notifica da compilare e le istruzioni dettagliate sono riportati nell'allegato 2.

Se l'occupazione di fase deve essere ottimizzata, il titolare dell'impianto presenta una proposta di risanamento all'attenzione dell'autorità incaricata dell'approvazione dei piani. Qualora, per considerazioni che tengono conto di una più ampia estensione spaziale, non ritenga opportuno procedere a un'ottimizzazione di fase di per sé necessaria (capitolo 8.4.4), deve fornire una motivazione trasparente.

### 6.4 Esame da parte dell'autorità

L'autorità incaricata dell'approvazione dei piani esamina i dati forniti dal titolare dell'impianto.

#### 6.4.1 Nessun risanamento

Se non è necessario o possibile, oppure non appare indicato per motivi plausibili procedere al risanamento, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani ne prende atto. In questo caso i requisiti dell'ORNI si intendono rispettati. I dati notificati dal titolare dell'impianto relativi allo stato di esercizio determinante vengono fissati in modo vincolante.

#### 6.4.2 Risanamento

Se è necessario un risanamento, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani dispone il risanamento sulla base della proposta del titolare e garantisce che le parti interessate possano esercitare i propri diritti (capitolo 4.1). L'autorità avvia una procedura di approvazione dei piani o un EIA qualora il progetto di risanamento lo renda necessario.

---

Nella decisione l'autorità fissa in particolare lo stato di esercizio determinante notificato dal titolare dell'impianto e il termine di risanamento (capitolo 3.1.2).

Se il titolare ha già risanato l'impianto senza decisione dell'autorità, l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani ne prende atto. Essa può rinunciare a una procedura formale e alla successiva presentazione del modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione» conformemente all'allegato 2 se nel corso del risanamento sono stati rispettati i principi del presente aiuto all'esecuzione.

#### **6.4.3 Registrazione dei dati di esercizio**

L'autorità dispone la registrazione dei dati di esercizio e la loro analisi conformemente al capitolo 8.6 se

- > il titolare dell'impianto richiede una limitazione della corrente dovuta a motivi non fisici (capitolo 2.4.1);
- > sussistono dei dubbi sulla combinazione determinante delle direzioni di carico.

#### **6.5 Esercizio dell'impianto**

Se l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani ha disposto la registrazione e l'analisi dei dati di esercizio dell'impianto, il titolare dell'impianto provvede ad eseguirle conformemente al capitolo 8.6.4 e a notificare i risultati all'autorità. Se il monitoraggio rivela che l'esercizio dell'impianto non è (più) conforme allo stato di esercizio determinante precedentemente fissato, dovrà essere determinato il nuovo stato di esercizio determinante e dovrà essere verificato nuovamente se è necessario ottimizzare l'occupazione di fase.

## 7 > Delimitazione di nuove zone edificabili

*Le spiegazioni del presente capitolo si applicano alle nuove zone edificabili pianificate che si trovano in prossimità di una linea esistente o pianificata e definita come tale nella legislazione sulla pianificazione del territorio. Per le definizioni ai sensi della legislazione sulla pianificazione del territorio si rimanda al capitolo 3.3.*

### 7.1 Delimitazione di nuove zone edificabili accanto a linee esistenti

L'autorità cantonale o comunale competente in materia di pianificazione del territorio informa il titolare di una linea ad alta tensione che si trova in prossimità di una zona di nuova attribuzione. Il titolare compila e presenta all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani il modulo di notifica «Distanza di progettazione per nuove zone edificabili in presenza di una linea ad alta tensione» conformemente all'allegato 3 per segnalare la situazione concreta.

Il modulo di notifica deve contenere sia i dati tecnici rilevanti dell'impianto sia in allegato un piano d'insieme con il corridoio all'interno del quale il valore limite dell'impianto può essere superato nello stato di esercizio determinante della linea. Al di fuori di questo corridoio è garantito che il valore limite dell'impianto nello stato di esercizio determinante sarà rispettato a qualunque altezza dal suolo. Formalmente il corridoio corrisponde al perimetro di indagine che viene calcolato in caso di nuova realizzazione o modifica di un impianto (capitoli 2.9.1 e 8.5.2).

Se le zone edificabili devono essere delimitate il più possibile in prossimità di una linea oppure se devono essere fissate delle limitazioni di utilizzazione, in una seconda fase la densità del flusso magnetico deve essere modellata nel dettaglio. A tal fine devono essere considerate la topografia, l'altezza dei conduttori dal suolo e l'altezza prevista degli edifici nella nuova zona edificabile pianificata. Tale operazione deve avvenire in stretta collaborazione fra l'autorità incaricata della pianificazione e il titolare dell'impianto.

### 7.2 Delimitazione di nuove zone edificabili accanto a linee pianificate

Se nella definizione di una linea pianificata è stato definito un corridoio per la sua realizzazione nel PSE o nel piano direttore cantonale, tale corridoio deve essere rispettato anche per la delimitazione di nuove zone edificabili. Se però una linea pianificata è già oggetto della procedura di approvazione dei piani (PAP), ovvero sono noti nel dettaglio il tracciato della linea, la disposizione dei conduttori e lo stato di esercizio determinante, la procedura si basa sul capitolo 7.1.

Se non è definito alcun corridoio, la procedura si basa sempre sul capitolo 7.1 e il futuro titolare dell'impianto pianificato deve fornire informazioni plausibili sul suo esercizio.



---

## 8 > Metodi di calcolo e di misurazione

---

### 8.1 Modellazione della densità del flusso magnetico

#### 8.1.1 Scopo

Serve a calcolare il valore efficace della densità del flusso magnetico per lo stato di esercizio determinante (capitolo 2.4).

#### 8.1.2 Rapporto fra modellazione e misurazione della densità del flusso magnetico

Il campo magnetico delle linee elettriche può essere modellato mediante programmi computerizzati o misurato mediante strumenti idonei. I due metodi sono complementari e il loro impiego combinato consente di ridurre il rischio di errori.

La modellazione presenta tuttavia un vantaggio decisivo rispetto alla misurazione: può essere applicata a qualsiasi stato di esercizio, in particolare anche allo stato di esercizio determinante (capitolo 2.4). Questo invece non può avvenire con una semplice misurazione perché l'esercizio di una linea può essere influenzato soltanto in modo limitato. La misurazione consente pertanto di ottenere soltanto indicazioni sullo stato di esercizio attuale.

Poiché le limitazioni preventive dell'ORNI relative alla densità del flusso magnetico si riferiscono sempre allo stato di esercizio determinante, la modellazione assume un ruolo preponderante rispetto alla misurazione. Nella modellazione viene predisposto un gruppo di dati di input per il programma di calcolo, i quali definiscono la linea sia geometricamente sia elettricamente. Questi dati di input vengono definiti nel seguito come «modello di linea».

Una misurazione della densità del flusso magnetico nell'esercizio reale, combinata con una determinazione contemporanea delle correnti di esercizio e dell'angolo di carico nonché della posizione del luogo di misurazione rispetto ai conduttori consente di effettuare un confronto quantitativo con le previsioni di calcolo e quindi una verifica e convalida indipendente del modello di linea. Una siffatta combinazione di misurazione e modellazione viene definita misurazione di collaudo ed è descritta nel dettaglio al capitolo 8.2. Se il risultato della misurazione e quello della modellazione relativi allo stato di esercizio durante la misurazione sono sufficientemente concordi, il modello di linea e quindi anche la densità del flusso magnetico modellata per lo stato di esercizio determinante sono da considerarsi convalidati e quindi conformi al diritto.

### 8.1.3 Luogo per la modellazione

La densità del flusso magnetico deve essere generalmente modellata per i luoghi a utilizzazione sensibile. Per l'altezza dal suolo e la distanza dalle pareti si applicano le prescrizioni generali secondo il capitolo 2.7.

### 8.1.4 Modellazione per lo stato di esercizio determinante

La modellazione della densità del flusso magnetico avviene mediante programmi computerizzati secondo norme tecniche specifiche<sup>21</sup>. A causa delle approssimazioni dei programmi e alle semplificazioni descritte nel seguito, i risultati non sono sempre affidabili in tutto il campo d'intensità della densità del flusso magnetico. Nel campo del valore limite dell'impianto pari a 1  $\mu\text{T}$  e a valori superiori, i risultati sono sufficientemente precisi. Allontanandosi però da una linea, con una densità del flusso magnetico nettamente inferiore a 1  $\mu\text{T}$ , aumenta anche l'incertezza del modello. Tuttavia è necessario determinare in modo preciso l'incertezza della modellazione soltanto se questa viene eseguita nell'ambito di una misurazione di collaudo. L'utente può partire dal presupposto che gli algoritmi funzionino correttamente e pertanto non deve verificarli<sup>22</sup>.

Occorre calcolare il valore efficace del vettore della densità del flusso magnetico. Questo si compone dei valori efficaci della densità del flusso magnetico ( $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$ ) in tre direzioni ortogonali  $x$ ,  $y$  e  $z$  secondo la seguente formula:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (2)$$

I rapporti di fase fra le tre componenti ortogonali non sono rilevanti per questa somma poiché non deve essere determinato il valore di picco ma quello efficace.

Nel modello di linea vengono inserite le seguenti grandezze:

- > per ogni tratto di linea: la corrente determinante (capitolo 2.4.1), incluso il segno algebrico. Si presume che le correnti di fase all'interno di un tratto di linea siano della stessa entità (carico simmetrico) e le armoniche non vengono considerate. I segni algebrici determinano le direzioni di carico e devono riprodurre la combinazione determinante delle direzioni di carico (capitolo 2.4.2). Se le direzioni di carico sono disaccoppiate, possono essere impiegate le direzioni di carico per le quali l'occupazione di fase concretamente modellata è ottimale;

<sup>21</sup> Es. DIN/VDE 0848-1, 2000-8: Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern; Teil 1: Definitionen, Mess- und Berechnungsverfahren; capitolo 5.1.

<sup>22</sup> Della convalida dei programmi di calcolo sono responsabili gli sviluppatori di software. Agli utenti si consiglia comunque di accertare la correttezza dei risultati di calcolo in caso di nuove versioni dei programmi.

- > per ogni conduttore di fase: l'angolo di fase. Per assicurare la coerenza dei dati, nei sistemi trifase deve essere rispettata la seguente convenzione<sup>23</sup>:
  - R (oppure L1):  $0^\circ$
  - S (oppure L2):  $-120^\circ$
  - T (oppure L3):  $120^\circ$
- > la disposizione geometrica dei conduttori di fase (coordinate relative) conformemente ai piani approvati o presentati relativamente al tipo di traliccio o al blocco di tubi. Nelle linee aeree le coordinate relative devono presentare un'incertezza inferiore a  $\pm 1\%$ ;
- > la posizione assoluta dei conduttori di fase rispetto al terreno (lateralmente e in altezza o profondità) conformemente ai profili longitudinali approvati o presentati (linee aeree) o ai piani del genio civile (linee in cavo). Le distanze assolute devono essere note in modo talmente preciso che la distanza da un LAUS possa essere indicata con un'incertezza inferiore a  $\pm 1\%$ .

Per le linee aeree non devono essere considerate necessariamente le correnti delle funi di guardia.<sup>24</sup>

Nelle linee in cavo non devono essere considerate le correnti sui rivestimenti dei cavi.<sup>25</sup>

Se una linea comprende tratti a 16.7 e 50 Hz, i valori efficaci della densità del flusso magnetico devono essere calcolati individualmente per ogni sistema di corrente. I due valori efficaci vengono infine sommati secondo il teorema di Parseval:

$$B = \sqrt{B_{16.7}^2 + B_{50}^2} \quad (3)$$

Il risultato della modellazione deve essere rappresentato come isolina a  $1 \mu\text{T}$  sul piano perpendicolare all'asse della linea. Per quei LAUS, per i quali viene richiesta una deroga (capitolo 3.1.4), deve essere indicata esplicitamente anche la densità del flusso magnetico.

Alcuni esempi di rappresentazione di isolinee per configurazioni standard di linee aeree e in cavo sono riportati sul sito Internet dell'UFAM.<sup>26</sup>

Sono disponibili modelli di calcolo bidimensionali e tridimensionali.

<sup>23</sup> Se i trasformatori producono uno sfasamento fisso fra due livelli di tensione, tale aspetto deve essere considerato al momento dell'introduzione dell'angolo di fase delle correnti. Come sistema di riferimento ( $R=0^\circ$ ,  $S=-120^\circ$ ,  $T=120^\circ$ ) in questo caso si sceglie il livello di tensione più elevato. Gli angoli di fase delle correnti del lato a bassa tensione vengono quindi corretti con lo sfasamento fisso. Esempio: un trasformatore con il gruppo di collegamento Yd11 produce uno sfasamento fisso  $\phi$  (alta tensione)- $\phi$  (bassa tensione) =  $330^\circ$ . Gli angoli di fase delle correnti del lato a bassa tensione corrispondono perciò a: R:  $30^\circ$  ( $0^\circ-330^\circ$ ), S:  $-90^\circ$  ( $-120^\circ-330^\circ$ ), T:  $+150^\circ$  ( $120^\circ-330^\circ$ ).

<sup>24</sup> Tuttavia la corrente delle funi di guardia deve essere inclusa nel calcolo della densità del flusso magnetico se le funi di guardia sono integrate nelle biblioteche di tralicci fornite con il programma di calcolo e se il programma dispone di un modulo per il calcolo della corrente di tali funi.

<sup>25</sup> Per le linee in cavo, alle quali si applicano le presenti raccomandazioni (cavi a un conduttore in tubi separati), non si prevedono correnti rilevanti sui rivestimenti dei cavi. Queste linee in cavo sono collegate a terra solo da un lato oppure le schermature sono realizzate con il cosiddetto sistema «cross bonding».

<sup>26</sup> [www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)

#### 8.1.4.1 Modellazione tridimensionale

La modellazione tridimensionale (3D) è applicabile universalmente. La linea viene modellata geometricamente in tutte e tre le dimensioni spaziali, includendo la freccia dei conduttori, le lunghezze limitate della linea ed eventuali curvature. La densità del flusso magnetico può essere calcolata per tutto lo spazio circostante la linea. A tal fine è importante che le lunghezze della linea inserite nel modello siano sufficientemente lunghe in rapporto all'estensione dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ . Tale condizione si verifica quando tutti i conduttori vengono modellati prima e dopo il piano di calcolo a una distanza pari ad almeno cinque volte la distanza massima di un conduttore rispetto all'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ .

#### 8.1.4.2 Modellazione bidimensionale

Le modellazioni bidimensionali (2D) sono meno complesse di quelle tridimensionali per quanto riguarda l'introduzione dei dati, tuttavia hanno un'applicazione limitata. Ne esistono di due varianti:

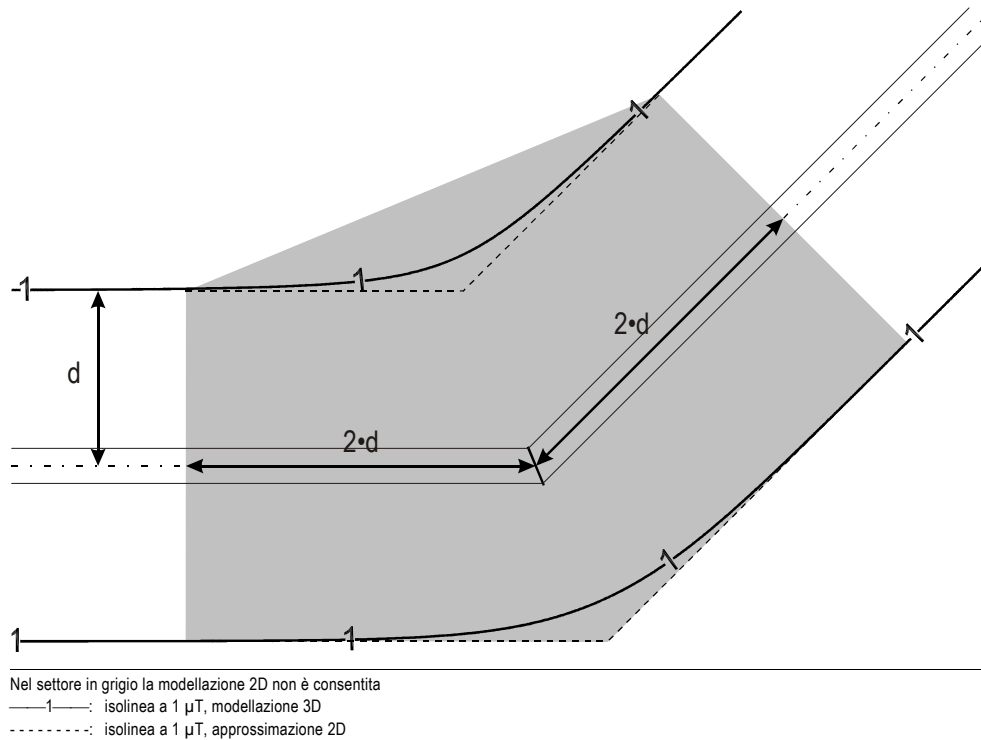
- > alcuni programmi di calcolo presuppongono implicitamente conduttori paralleli, dritti e di lunghezza infinita. Le posizioni dei conduttori devono essere registrate soltanto sul piano perpendicolare all'asse della linea e la densità del flusso magnetico viene calcolata solo su questo piano;
- > anche con un modello 3D è possibile eseguire una modellazione quasi analoga a quella 2D. Il calcolo viene eseguito in modo tridimensionale considerando conduttori di lunghezza infinita, ma la linea viene modellata in modo semplificato: le coordinate laterali dei conduttori vengono inserite nel modello di linea conformemente alla realtà, ma la freccia dei conduttori viene ignorata, ovvero i conduttori vengono modellati per approssimazione a un'altezza costante dal suolo. A tal fine è importante che le lunghezze della linea inserite nel modello siano sufficientemente lunghe in rapporto all'estensione dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ . Tale condizione si verifica quando tutti i conduttori vengono modellati prima e dopo il piano di calcolo a una distanza pari ad almeno cinque volte la distanza massima di un conduttore rispetto all'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ .

Le modellazioni 2D non devono essere impiegate nelle seguenti condizioni:

- > per LAUS in prossimità di una curva a gomito della linea<sup>27</sup>. Il settore nel quale la modellazione 2D non fornisce risultati attendibili è evidenziato in grigio nella figura 6.  $d$  corrisponde all'estensione laterale massima dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$  calcolata con il modello 2D. Il settore evidenziato in grigio definisce contemporaneamente anche il perimetro di indagine conformemente al capitolo 8.5.2;
- > per LAUS in prossimità di incroci di linee;
- > per le linee aeree: per campate fra due tralicci con diversa disposizione dei conduttori.

<sup>27</sup> Per curva a gomito di una linea si intende una deviazione dalla retta di oltre 5 gradi.

Fig. 6 > Modellazione della densità del flusso magnetico in presenza di una curva a gomito della linea.



## 8.2 Misurazione di collaudo

### 8.2.1 Considerazioni generali

La misurazione di collaudo consente di verificare la concordanza fra la misurazione e la modellazione della densità del flusso magnetico in uno stato di esercizio reale della linea. Se la differenza fra i due risultati è inferiore all'incertezza estesa complessiva della misurazione di collaudo, il modello di linea e la densità del flusso magnetico calcolata sono considerati convalidati.

La misurazione di collaudo comprende in generale le seguenti operazioni<sup>28</sup>:

- > misurazione della tensione, della potenza attiva e reattiva di tutti i tratti di linea dell'impianto interessato o, in alternativa, misurazione delle correnti e degli angoli di carico;
- > misurazione della densità del flusso magnetico in un luogo idoneo;

<sup>28</sup> Le misurazioni della densità del flusso magnetico senza la contemporanea registrazione di tutti i dati di esercizio rilevanti della linea devono essere considerate soltanto orientative. Lo stesso dicasi per una misurazione con un'estrapolazione semplificata allo stato di esercizio determinante senza impiegare un modello di calcolo numerico dettagliato. I risultati di tali misurazioni orientative sono utili per fornire una stima alle persone interessate ma non possono fornire dati vincolanti ai fini dell'ORNI.

- > determinazione della posizione del luogo di misurazione (distanza laterale e differenza di altezza) relativamente ai conduttori;
- > modellazione della densità del flusso magnetico per il luogo della misurazione RNI mediante il modello di linea da convalidare in cui vengono impiegate le correnti e le coordinate misurate;
- > calcolo della differenza fra densità del flusso magnetico misurata e modellata, compresa l'incertezza dei calcoli.

Per la misurazione della densità del flusso magnetico deve essere scelto un luogo ben accessibile privo di fattori di disturbo. La distanza dalla linea deve essere scelta in modo che la densità del flusso magnetico nello stato di esercizio determinante sia compresa fra 1 e 2  $\mu\text{T}$ . Non deve trattarsi di un LAUS.

Maggiore è lo sfruttamento della linea relativamente allo stato di esercizio determinante, maggiore è la concordanza prevista fra le misurazioni e la modellazione della densità del flusso magnetico. Si consiglia pertanto di eseguire delle misurazioni di collaudo soltanto se tutti i tratti della linea sono sfruttati in modo rilevante e se le apparecchiature di misurazione per la potenza, la tensione e la corrente possono lavorare in un campo di misurazione favorevole con un'incertezza di misurazione possibilmente bassa. Le direzioni del carico durante la misurazione di collaudo devono possibilmente coincidere con quelle dello stato di esercizio determinante.

È auspicabile registrare e analizzare diverse condizioni di esercizio della linea. Tuttavia questa richiesta incontra dei limiti poiché non è possibile influenzare l'esercizio di una linea.

La misurazione della densità del flusso magnetico e quella delle grandezze di esercizio della linea devono avvenire contemporaneamente e in modo sincronizzato. In caso di esercizio variabile i valori devono essere misurati per un'ora intera. Se le correnti e la densità del flusso magnetico sono stabili, la durata può essere ridotta. Per l'analisi viene scelto fra le registrazioni un periodo che soddisfa le seguenti condizioni:

- > variazioni possibilmente ridotte della densità del flusso magnetico misurata;
- > tutti i tratti di linea trasportano correnti conformemente alle loro condizioni tipiche di esercizio o in misura maggiore.

Questo periodo deve durare almeno un minuto. Più breve è il periodo, maggiore deve essere la frequenza di misurazione delle apparecchiature e più precisamente deve essere sincronizzata la misurazione della corrente con quella densità del flusso magnetico.

Per il periodo scelto viene calcolata la media temporale delle tensioni, potenze e correnti misurati e della densità del flusso magnetico. Il confronto fra densità del flusso magnetico modellata e misurata avviene sulla base di questi valori medi temporali.

Il titolare dell'impianto deve essere informato tempestivamente dell'esecuzione delle misurazioni. Deve comunicare al laboratorio di misura la finestra temporale più favo-

revoles alla misurazione sulla base dell'esperienza. Il contatto e la consegna dei dati devono avvenire possibilmente in modo diretto fra il titolare della linea e il laboratorio di misura. Se le parti non riescono a trovare un accordo sulla registrazione e l'inoltro dei dati di esercizio, decide l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani.

Le misurazioni di collaudo richiedono esperienza e conoscenze tecniche, pertanto devono essere eseguite soltanto da laboratori accreditati.

### 8.2.2 Determinazione delle correnti e degli angoli di carico

Per le correnti e gli angoli di carico delle linee ad alta tensione si può spesso ricorrere alla registrazione da parte del gestore della linea. In via di principio non vengono registrati direttamente le correnti e gli angoli di carico, ma la tensione e la potenza attiva e reattiva. In questo caso è necessario calcolare le correnti e gli angoli di carico delle tensioni e potenze misurate ricorrendo alle formule seguenti, presupponendo che tutti i conduttori di fase del tratto di linea in oggetto trasportino correnti uguali con lo sfasamento teorico di 120 gradi e 180 gradi (anelli a 16.7 Hz).

$$I = \text{segno}(P) \cdot \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot U} \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{per la corrente trifase (50 Hz)} \quad (4)$$

$$I = \text{segno}(P) \cdot \frac{1}{U} \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{per la corrente ferroviaria (16.7 Hz)} \quad (5)$$

$$\varphi = \arctan \frac{Q}{P} \quad (6)$$

Dove:

$I$	corrente equivalente simmetrica
$U$	tensione concatenata
$P$	potenza attiva
$Q$	potenza reattiva
$\varphi$	angolo di carico

In particolare quando l'impianto comprende tratti di linea di diversi gestori, è necessario assicurare che i segni algebrici vengano attribuiti in modo coerente.

Se non è già presente una registrazione standard, dovrà esserne predisposta una per la durata della misurazione di collaudo. Si potranno utilizzare sistemi di misurazione che rilevano le correnti e gli angoli di carico direttamente oppure la tensione e le potenze attiva e reattiva.

Se si misura direttamente la corrente, è sufficiente per ogni tratto di linea misurare solo la corrente di un conduttore di fase e l'angolo di carico, rilevando soltanto la frequenza di base e sopprimendo le armoniche.

A causa di carichi asimmetrici per correnti indotte da altri tratti di linea e a causa di armoniche o di altri accoppiamenti, possono verificarsi, in particolare in presenza di intensità di corrente ridotta, delle differenze fra i due metodi di valutazione, differenze che superano l'incertezza di misura delle apparecchiature.

Le apparecchiature di misurazione installate registrano spesso la media temporale nel corso di un determinato periodo (tipicamente un periodo è di 1 minuto). Se non è implementata la funzione di media automatica, occorrerà effettuare misurazioni con una frequenza di campionatura piuttosto elevata e in seguito si dovrà calcolare numericamente la media per il periodo scelto.

In generale è possibile rinunciare alla misurazione delle correnti delle funi di guardia e dei rivestimenti dei cavi.

L'incertezza della misurazione della corrente deve essere determinata a seconda dei casi. Se le correnti sono state determinate sulla base di una misurazione della tensione e della potenza, deve essere determinata l'incertezza dei dati della corrente sulla base delle incertezze della misurazione della tensione e della potenza. Se le correnti sono state misurate direttamente, l'incertezza può essere desunta direttamente dai dati di taratura o delle specifiche del sistema di misurazione impiegato. A questa si aggiunge un importo forfaitario che tiene conto dell'incertezza relativa alla determinazione della media temporale delle correnti e di eventuali deviazioni dal carico idealmente simmetrico delle singole fasi. Per questo importo forfaitario si propone un valore di  $\pm 2.5\%$ <sup>29</sup> (incertezza standard).

### 8.2.3 Determinazione della posizione dei conduttori e del luogo di misurazione

Le coordinate dei conduttori relative ai conduttori stessi non devono essere misurate ma possono essere desunte dai piani la cui precisione è generalmente sufficiente. Una verifica è indicata quando vengono constatate discrepanze inspiegabili fra la misurazione e la modellazione della densità del flusso magnetico.

Per contro deve essere determinata la posizione del luogo di misurazione relativamente ai conduttori, ovvero la distanza laterale e la differenza di altezza.

Per le linee aeree vengono impiegati i comuni metodi tecnici di misura utilizzati dai geometri. In questo caso si rinuncia a eseguire altri rilievi. L'obiettivo è quello di determinare la distanza diretta fra i conduttori e il luogo di misurazione con un'incertezza massima di  $\pm 1\%$ . A seconda della posizione del luogo di misurazione rispetto alla linea deve essere determinata la distanza laterale o la differenza di altezza con una precisione maggiore. La misurazione non deve avvenire contemporaneamente a quella delle correnti e della densità del flusso magnetico, ma può essere differita accertandosi che la distanza diretta fra i conduttori e il luogo di misurazione subisca variazioni inferiori all'1% in seguito alle modifiche della freccia dei conduttori.

<sup>29</sup> Eventualmente questo valore verrà modificato sulla base delle future esperienze pratiche.



Generalmente per le linee in cavo non è possibile accertare in modo indipendente la profondità in cui sono stati posati i cavi. Tale misura deve essere ricavata dai piani del genio civile. Per la determinazione della distanza diretta dal luogo di misurazione per le linee in cavo è molto più importante la loro posizione laterale. In caso di necessità quest'ultima può essere accertata con una misurazione orientativa della densità del flusso magnetico sopra la linea in cavo (sezione trasversale perpendicolare all'asse del cavo).

Deve essere indicata l'incertezza della distanza determinata.

#### 8.2.4 Misurazione della densità del flusso magnetico

Nella scelta del luogo per la misurazione della densità del flusso magnetico occorre accertarsi che non siano presenti fattori di disturbo provenienti da altre fonti.

La densità del flusso magnetico deve essere misurata con la risoluzione temporale più elevata possibile.

La densità del flusso magnetico deve essere misurata in modo selettivo sulla frequenza di base. Le armoniche devono essere filtrate<sup>30</sup>.

Le strumentazioni per la misurazione della densità del flusso magnetico devono soddisfare i seguenti requisiti:

- > misurazione selettiva sulle frequenze 16.7 e 50 Hz con soppressione delle armoniche;
- > misurazione del valore efficace sulle frequenze citate;
- > misurazione isotropica<sup>31</sup>;
- > superficie efficace della bobina di misurazione: 100 cm<sup>2</sup>;
- > risoluzione di  $\leq 10$  nT nel campo di misura 0–1  $\mu$ T;
- > incertezza di misurazione massima  $\pm 5$  %<sup>32</sup>

Le strumentazioni per la misurazione della densità del flusso magnetico devono essere tarate ogni due anni.

Deve essere indicata l'incertezza di misurazione che viene determinata sia dalla taratura dell'apparecchiatura sia dalle variazioni del valore misurato durante l'intervallo di valutazione.

La formazione della media durante il periodo di valutazione (vedere sotto) riduce l'ultimo fattore citato relativo all'incertezza, ma non lo elimina completamente. Statisticamente deve essere impiegato nel calcolo dell'incertezza complessiva come deviazione standard  $\sigma_m$  del valore medio. Quest'ultima corrisponde a:

<sup>30</sup> Tale condizione non può essere completamente soddisfatta in un impianto che comprende tratti sia a 16.7 sia a 50 Hz. La terza armonica di 16.7 Hz non può comunque essere separata tecnicamente dalla frequenza di base dei tratti a 50 Hz.

<sup>31</sup> Una memorizzazione separata delle singole coordinate spaziali è vantaggiosa ma non indispensabile.

<sup>32</sup> Da intendere come differenza massima (distribuzione rettangolare). Corrisponde a un'incertezza standard di  $\pm 2.9$  % (cfr. allegato 6, capitolo A6-1).

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

Dove:

$n$	numero di valori misurati durante il periodo di valutazione
$B_i$	valore misurato $i$ della densità del flusso magnetico
$\bar{B}$	valore medio della densità del flusso magnetico per il periodo di valutazione
$\sigma_m$	deviazione standard del valore medio della densità del flusso magnetico

Nell'allegato 6 è riportato un esempio con le relative spiegazioni.

#### 8.2.5 Modellazione della densità del flusso magnetico per lo stato di esercizio durante la misurazione di collaudo

Sulla base della registrazione della densità del flusso magnetico nonché delle tensioni/potenze o correnti/angoli di carico viene scelto successivamente un intervallo di valutazione durante il quale la densità del flusso magnetico è stata il più possibile stabile e tutti i tratti di linea erano sfruttati in modo considerevole. Per le correnti determinate viene calcolata la media durante l'intervallo di tempo.

La modellazione della densità del flusso magnetico deve avvenire con lo stesso modello di linea impiegato anche per le previsioni contabili dello stato di esercizio determinante. Come input per la modellazione vengono impiegate le seguenti grandezze:

- > le posizioni (relative) dei conduttori conformemente ai piani (queste rimangono invariate rispetto alla modellazione per lo stato di esercizio determinante);
- > le coordinate misurate del luogo di misura relativamente alle corde conduttrici/ai cavi;
- > per ogni conduttore di fase la corrente media durante l'intervallo di valutazione incluso il segno algebrico;
- > per ogni conduttore di fase l'angolo di fase determinato dal sistema conformemente alle convenzioni (capitolo 8.1.4), corretto con l'angolo di carico misurato e un'eventuale sfasamento fisso fra tratti di linea di tensioni diverse.

Per determinare l'incertezza del risultato è necessario rilevare determinati fattori di influsso specifici per la situazione, altri fattori vengono implementati mediante un contributo costante e forfettario. Quest'ultimo comprende implicitamente tutte le approssimazioni e semplificazioni del modello di calcolo, l'incertezza delle posizioni (relative) dei conduttori e altre nonidealità che non possono essere determinate senza un onere sproporzionato. Come incertezza standard per questo importo forfettario si propone un valore di  $\pm 3\%$  per le linee aeree e di  $\pm 6\%$ <sup>33</sup> per le linee in cavo.

<sup>33</sup> Eventualmente questi valori verranno modificati sulla base delle future esperienze pratiche.

Le incertezze delle correnti e il loro impatto sul risultato della modellazione devono invece essere rilevate e valutate in modo specifico a seconda della situazione. La procedura è descritta nel dettaglio nell'allegato 6 e illustrata sulla scorta di un esempio.

#### 8.2.6 Incertezza della misurazione di collaudo

La misurazione della densità del flusso magnetico, delle correnti, delle posizioni dei conduttori e del luogo di misurazione nonché il modello per il calcolo della densità del flusso magnetico sono soggetti a incertezze che non possono essere eliminate completamente. La concordanza fra un valore misurato e un valore modellato può essere prevista solo nell'ambito delle rispettive incertezze. Per questo motivo, per le più importanti grandezze che vengono rilevate durante una misurazione di collaudo è necessario determinare l'incertezza e il suo impatto sulla densità del flusso magnetico. Oltre a queste incertezze da rilevare nei singoli casi, deve essere aggiunto un valore forfettario che tiene conto di quegli influssi che potrebbero essere determinati soltanto con procedimenti complessi.

Tra le cause dell'incertezza di una misurazione di collaudo vanno annoverate quelle elencate qui di seguito:

- > incertezza della taratura delle apparecchiature per la misurazione della densità del campo magnetico, della tensione, delle potenze attiva e reattiva e delle correnti;
- > incertezza nella formazione della media temporale per le grandezze sopra citate (deviazione standard del valore medio);
- > deviazione dal carico ideale simmetrico di tutti i conduttori di un tratto di linea;
- > incertezza della determinazione della distanza fra il luogo di misurazione e i conduttori;
- > incertezza delle posizioni relative dei conduttori fra loro;
- > approssimazioni e semplificazioni implicite del modello di calcolo.

Non vengono invece considerate incertezze (statistiche) le eventuali alterazioni della densità del flusso magnetico misurata provocate da campi magnetici estranei all'impianto. Questi errori sistematici devono essere esclusi a priori scegliendo un luogo di misurazione idoneo.

L'incertezza complessiva di una misurazione di collaudo è data dalla combinazione statisticamente corretta dei singoli importi, con il presupposto che questi siano indipendenti fra loro. Nell'allegato 6 sono riportate le istruzioni dettagliate sulla scorta di un esempio.

### 8.2.7 Convalida del modello di linea

Per la convalida del modello di linea si procede al confronto fra il valore misurato e quello modellato relativo alla densità del flusso magnetico, tenendo conto di tutte le incertezze. Il modello di linea si intende convalidato se la differenza fra il valore misurato e quello modellato è inferiore all'incertezza complessiva estesa della misurazione di collaudo.

Se l'impianto comprende tratti di linea aventi frequenze di 50 e 16.7 Hz, la convalida viene eseguita separatamente per ognuna delle frequenze.

Se la differenza è maggiore dell'incertezza estesa, significa che la determinazione della densità del flusso magnetico presenta delle carenze. Tale aspetto è dovuto a diverse cause che possono verificarsi anche in combinazione fra loro, come ad esempio:

- > la misurazione della densità del flusso magnetico può essere influenzata, per esempio da campi di interferenza sovrapposti;
- > l'esercizio della linea durante la misurazione era molto variabile;
- > durante la misurazione la capacità della linea era poco sfruttata;
- > il modello di linea scelto può rappresentare un'approssimazione troppo imprecisa per la situazione data (per es. una modellazione 2D invece di una necessaria modellazione 3D);
- > le posizioni effettive (relative) dei conduttori possono differire da quelle dei piani;
- > la posizione del luogo di misurazione rispetto ai conduttori è stata determinata in modo errato;
- > l'occupazione di fase nel modello di linea non può corrispondere alla realtà.

Tali discrepanze devono essere chiarite ed eliminate. A tal fine è necessario verificare la misurazione della densità del campo magnetico, i dati di esercizio della linea, la determinazione della posizione e il modello di linea. Se necessario deve essere ripetuta la misurazione di collaudo oppure deve essere adeguato il modello di linea fino a raggiungere una concordanza all'interno dell'incertezza di misurazione.

### 8.2.8 Requisiti del rapporto di misura

Il rapporto sulla misurazione di collaudo deve essere dettagliato in modo da riportare tutte le fasi della misurazione, dell'ulteriore elaborazione dei valori misurati e della modellazione.

### 8.2.9 Accreditemento dei laboratori di prova o organismi d'ispezione

I laboratori di misura possono includere le misurazioni di collaudo ai sensi del capitolo 8.2 nel campo di validità del loro accreditamento. Le misurazioni di collaudo comprendono la misurazione della densità del flusso magnetico, la determinazione delle correnti e della posizione del luogo di misurazione nonché la modellazione della densità del flusso magnetico con programmi di calcolo computerizzati, inclusa la determinazione delle incertezze intrinseche.

### 8.3 Distanza indicativa per rispettare il valore limite dell'impianto

#### 8.3.1 Scopo

La procedura descritta in questo capitolo consente di dimostrare il rispetto del VLImp per disposizioni semplici dei conduttori senza dover ricorrere alla modellazione dettagliata della densità del flusso magnetico conformemente al capitolo 8.1. Si tratta di un accertamento generico che consente di dimostrare in modo certo e senza complicazioni il rispetto del VLImp in impianti non critici. Viene calcolata una distanza indicativa  $r$  alla quale il VLImp viene rispettato in ogni caso. Poiché la procedura parte dal caso più sfavorevole per quanto riguarda la disposizione dei conduttori, le direzioni di carico e l'occupazione di fase, la distanza indicativa ottenuta non è mai inferiore a quella che si otterrebbe con la modellazione dettagliata della densità del flusso magnetico conformemente al capitolo 8.1 per la situazione in oggetto. Essa deve perciò essere considerata un'approssimazione «sicura».

#### 8.3.2 Campo di applicazione

Questo accertamento generico può essere impiegato per due tipi di prova:

- > prova che il VLImp in un LAUS è rispettato;
- > prova che due linee parallele sono da valutare come due impianti indipendenti.

La procedura non è invece indicata per provare che il VLImp viene superato in un LAUS. Tale fattispecie può essere accertata in modo inequivocabile solo con una modellazione dettagliata della densità del flusso magnetico conformemente al capitolo 8.1 o con una misurazione di collaudo (capitolo 8.2). Allo stesso modo la procedura non è adatta per stabilire con certezza che due linee parallele devono essere considerate come un solo impianto. Per questa prova deve essere utilizzata la procedura di riferimento descritta nel capitolo 2.1.3 dove le isolinee a  $1 \mu\text{T}$  delle singole linee vengono modellate nel dettaglio.

La procedura è ammessa soltanto alle seguenti condizioni:

- > impianti con al massimo due tratti di linea;
- > corrente limite termica massima di 750 A;
- > distanza  $q$  fra i conduttori più distanti fra loro dello stesso tratto di linea di massimo 620 cm.

La distanza  $q$  è illustrata nella figura 7 per le disposizioni tipiche dei conduttori della rete a 50 Hz. Per le linee in cavo tale distanza è normalmente inferiore a 80 cm, per le linee aeree la distanza tipica è di oltre 1 m. Per le linee ferroviarie a 16.7 Hz  $q$  è la distanza fra i due conduttori di un anello.

### 8.3.3 Distanza indicativa

La distanza indicativa  $r$  per le linee a uno o due tratti è riportata nelle tabelle 2 e 3 e si applica indistintamente sia per le linee aeree sia per quelle in cavo.

Se la corrente limite termica in un impianto a due tratti è diversa per ogni tratto, è determinante il valore maggiore. Se la distanza massima  $q$  fra due conduttori dello stesso tratto è diversa in ognuno dei due tratti, si utilizza il valore superiore.

La distanza indicativa deve essere misurata dal centro geometrico del tratto di linea interessato. Se la distanza diretta di un LAUS rispetto al centro geometrico del tratto di linea vicino è superiore alla distanza indicativa, significa che in questo LAUS il VLImp viene rispettato con certezza.

**Tab. 2 > Linee a un tratto.**

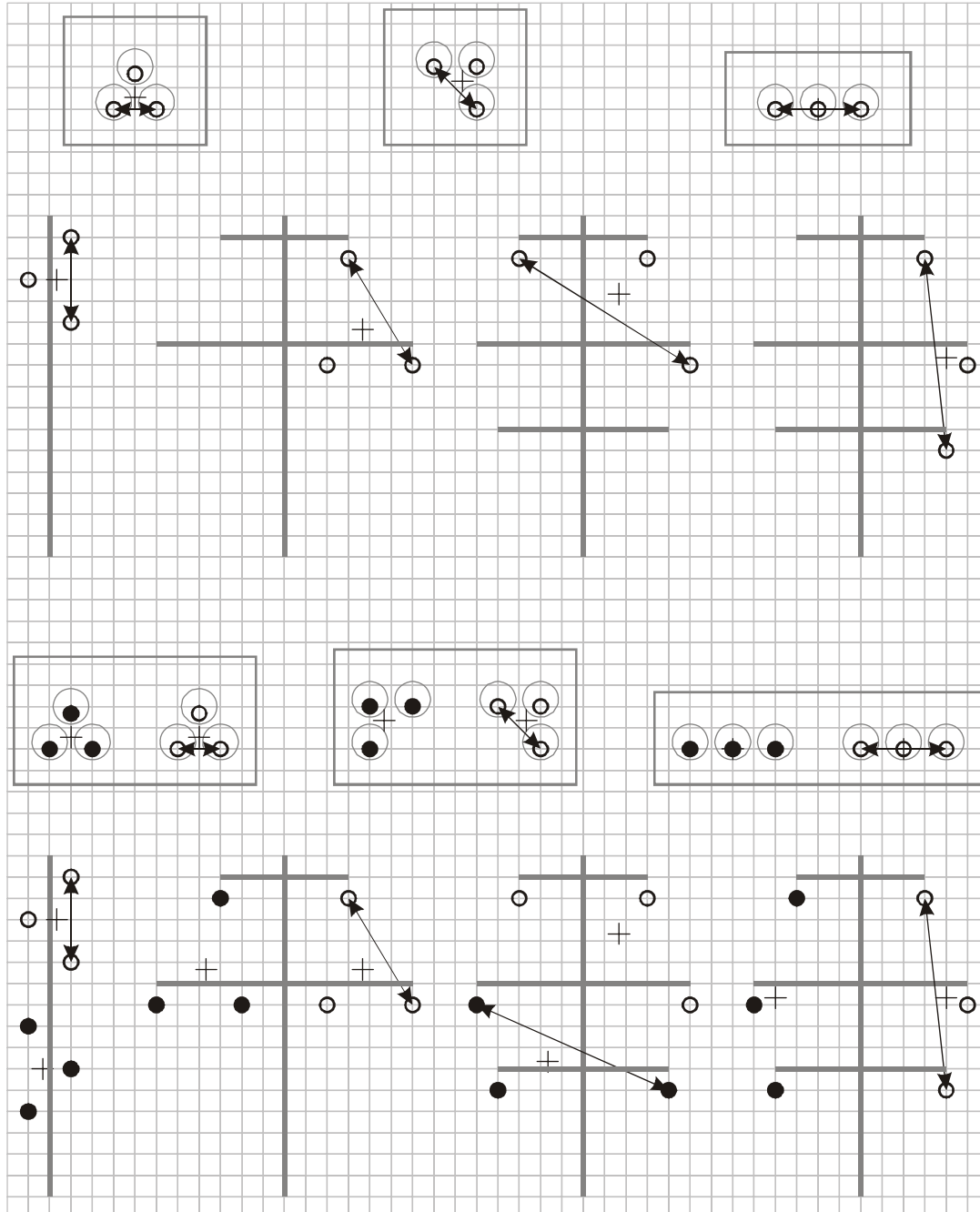
*Distanza indicativa  $r$  per il rispetto del valore limite dell'impianto.*

massima distanza $q$ fra 2 conduttori	corrente limite termica				
	fino a 100 A	da 101 a 225 A	da 226 a 400 A	da 401 a 625 A	da 626 a 750 A
fino a 20 cm	2.4 m	3.6 m	4.8 m	6.0 m	6.6 m
da 21 a 40 cm	3.2 m	4.8 m	6.4 m	8.0 m	8.8 m
da 41 a 60 cm	4.0 m	6.0 m	8.0 m	10.0 m	11.0 m
da 61 a 80 cm	4.6 m	6.9 m	9.2 m	11.5 m	12.7 m
da 81 a 100 cm	5.0 m	7.5 m	10.0 m	12.5 m	13.8 m
da 101 a 200 cm	7.0 m	10.5 m	14.0 m	17.5 m	19.3 m
da 201 a 400 cm	10.0 m	15.0 m	20.0 m	25.0 m	27.5 m
da 401 a 620 cm	12.5 m	18.8 m	25.0 m	31.3 m	34.4 m

**Tab. 3 > Linee a due tratti.**

*Distanza indicativa  $r$  per il rispetto del valore limite dell'impianto.*

massima distanza $q$ fra 2 conduttori dello stesso tratto	corrente limite termica				
	fino a 100 A	da 101 a 225 A	da 226 a 400 A	da 401 a 625 A	da 626 a 750 A
fino a 20 cm	3.2 m	4.8 m	6.4 m	8.0 m	8.8 m
da 21 a 40 cm	4.6 m	6.9 m	9.2 m	11.5 m	12.7 m
da 41 a 60 cm	5.6 m	8.4 m	11.2 m	14.0 m	15.4 m
da 61 a 80 cm	6.4 m	9.6 m	12.8 m	16.0 m	17.6 m
da 81 a 100 cm	7.0 m	10.5 m	14.0 m	17.5 m	19.3 m
da 101 a 200 cm	10.0 m	15.0 m	20.0 m	25.0 m	27.5 m
da 201 a 400 cm	14.0 m	21.0 m	28.0 m	35.0 m	38.5 m
da 401 a 620 cm	17.5 m	26.3 m	35.0 m	43.8 m	48.2 m

Fig. 7 > Parametri di distanza  $q$  per disposizioni tipiche dei conduttori trifase.

- posizioni dei conduttori del tratto di linea 1
- posizioni dei conduttori del tratto di linea 2
- + centro geometrico di un tratto di linea

## 8.4 Determinazione dell'occupazione di fase ottimale

### 8.4.1 Considerazioni generali

Se un impianto comprende due o più tratti di linea, il campo elettrico e quello magnetico possono rafforzarsi o compensarsi a vicenda a seconda dell'occupazione delle fasi.

L'ottimizzazione dell'occupazione di fase relativamente al campo magnetico è possibile soltanto se le direzioni di carico di due o più tratti di linea sono accoppiati. In caso di direzioni di carico disaccoppiate tutte le occupazioni di fase sono da considerarsi equivalenti. Nelle linee a un tratto non è possibile ottimizzare le fasi.

L'occupazione di fase deve essere ottimizzata generalmente per un campo magnetico minimo al di fuori del tracciato della linea. Nella maggior parte delle linee l'occupazione di fase ottimale per il campo magnetico è ottimale anche per quanto riguarda il campo elettrico. Tuttavia tale situazione non si verifica quando due tratti di linea presentano direzioni di carico opposte. Quell'occupazione di fase che agisce come riduzione del campo magnetico rafforza in questo caso il campo elettrico e viceversa. Fintanto che è possibile rispettare il valore limite d'immissione per l'intensità del campo elettrico, questo non rappresenta un problema; deve essere quindi ottimizzata l'occupazione di fase per quanto riguarda il campo magnetico. Nelle singole linee a 380 e 220 kV con direzioni di carico opposte potrebbe tuttavia verificarsi un conflitto fra il rispetto del valore limite d'immissione per l'intensità del campo elettrico e la riduzione al minimo del campo magnetico. In questo caso deve essere valutata la situazione nel suo complesso. Nell'ambito delle possibilità tecniche e della sopportabilità economica si deve cercare di soddisfare entrambi requisiti: rispetto del valore limite d'immissione e riduzione al minimo del campo magnetico.

Per l'ottimizzazione di fase richiedono una particolare attenzione eventuali sfasamenti fissi fra due tratti di linea di tensione diversa della rete a 50 Hz. Esistono trasformatori che fra il lato ad alta e quello a bassa tensione determinano uno sfasamento fisso di 150 o 330 gradi. Per l'ottimizzazione dell'occupazione di fase in prima approssimazione è possibile prevedere uno sfasamento di 150 come le direzioni di carico opposte, una di 330 gradi come le direzioni di carico uguali. Tuttavia, se viene determinata l'occupazione di fase ottimale mediante modellazione del campo magnetico, nella modellazione devono essere inseriti gli angoli di fase effettivi.

Se un impianto comprende dei tratti di frequenza diversa (50 Hz e 16.7 Hz), allora devono essere ottimizzati fra loro solo i tratti della stessa frequenza. Nel seguito per una coppia di tratti di linea si intendono sempre frequenze uguali.

Con determinate occupazioni di fase è possibile ottenere una distribuzione asimmetrica del campo magnetico per quanto riguarda l'asse della linea. Tale circostanza può essere utilizzata per ridurre leggermente la densità del flusso magnetico su un lato della linea e per poter rispettare il VLImp in un LAUS critico. Tali ottimizzazioni puntali producono però sull'altro lato della linea un incremento del campo magnetico. Devono



perciò essere realizzate soltanto se è certo che sul lato opposto della linea alla distanza rilevante non siano presenti o non verranno realizzati in futuro dei LAUS.

#### 8.4.2 Due tratti della medesima frequenza

Se i carichi sui due tratti di linea percorrono la stessa direzione o direzioni opposte, allora esiste un'occupazione di fase ottimale. Per le configurazioni standard di linee è possibile ricavare l'occupazione di fase ottimale da raccolte di esempi esistenti.<sup>34</sup> Per altri tipi di traliccio è necessario calcolarla singolarmente mediante modellazione del campo magnetico per tutte le occupazioni di fase. A tal fine va considerato che la densità del flusso magnetico *al di fuori* del tracciato della linea deve essere ridotto al minimo. Per questa ottimizzazione è sufficiente una modellazione 2D. Questa procedura di ottimizzazione è in parte già implementata nei programmi di calcolo disponibili in commercio.

Se le direzioni di carico dei due tratti di linea sono disaccoppiate, nessuna occupazione di fase è ottimale.

#### 8.4.3 Tre e più tratti della medesima frequenza

L'occupazione di fase ottimale deve essere calcolata mediante modellazione del campo magnetico per tutte le combinazioni indipendenti di occupazioni. A tal fine devono essere applicate le correnti e le direzioni di carico determinanti conformemente allo stato di esercizio determinante, e la densità del flusso magnetico deve essere ottimizzata per l'area *esterna* al tracciato della linea. Per questa ottimizzazione è sufficiente una modellazione 2D. Questa procedura di ottimizzazione è in parte già implementata nei programmi di calcolo disponibili in commercio.<sup>35</sup>

La procedura di ottimizzazione descritta in taluni casi può portare a spiacevoli sorprese nell'esercizio effettivo dell'impianto. In particolare quando singoli tratti vengono sfruttati in modo molto intensivo e altri meno, va perso l'effetto compensante sul campo magnetico nella modellazione. La densità del flusso magnetico in questo modo può essere superiore in modo permanente a quella modellata per lo stato di esercizio determinante. Mentre in una linea a soli due tratti in un simile caso non esistono possibilità di miglioramento, per le linee a tre o più tratti può essere presa in considerazione un'altra occupazione di fase che non si basa sullo stato di esercizio determinante ma che considera lo sfruttamento permanentemente diverso dei tratti di linea. Per soddisfare il requisito della riduzione preventiva del campo magnetico, in tali casi è consentito se non addirittura auspicabile discostarsi dalla lettera dell'ORNI e ottimizzare l'occupazione di fase per condizioni di esercizio reali. I relativi accertamenti devono essere annotati nella scheda dei dati sul sito o nel modulo di notifica «Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione».

<sup>34</sup> Sito Internet dell'UFAM, [www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)

<sup>35</sup> Questa procedura è valida a condizione che nessun tratto di linea per quanto riguarda la direzione del carico sia completamente disaccoppiato da tutti gli altri tratti. In caso contrario, l'occupazione di fase ottimale viene determinata principalmente per i tratti accoppiati. L'occupazione di fase del tratto disaccoppiato è generalmente libera, si consiglia però di ottimizzarla per i periodi di elevato carico del tratto in analogia alle linee disaccoppiate a due tratti.

#### 8.4.4 Aspetti di ampio raggio

Le procedure per l'ottimizzazione delle fasi descritte nei capitoli 8.4.2 e 8.4.3 considerano l'impianto da ottimizzare in modo indipendente. Tale approccio è giustificato se l'impianto per tutta la parte compresa fra due sottostazioni comprende gli stessi tratti di linea nella medesima configurazione. In pratica però questo presupposto non è sempre soddisfatto. Accade che fra due sottosezioni singoli tratti di linea devino su proprie linee e qui vengano combinati con altre che a loro volta sono combinate con altri tratti in un altro punto. Se i tratti di linea sono connessi in questo modo, l'ottimizzazione dell'occupazione di fase su una sezione parziale può avere conseguenze negative sulle sezioni limitrofe. In questo caso deve essere eseguita un'osservazione complessiva includendo tutti i LAUS interessati.<sup>36</sup> Se tecnicamente possibile, deve essere realizzata l'occupazione di fase ottimale su tutte le sezioni parziali. Se non è possibile, devono essere ottimizzati fra loro, come prima priorità, quei tratti di linea strettamente connessi dal punto di vista dell'esercizio, ovvero che trasportano correnti simili e piuttosto elevate.

#### 8.5 Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine

##### 8.5.1 Determinazione del perimetro di legittimazione

Il perimetro di legittimazione è un corridoio che si estende su entrambi i lati di una linea in modo simmetrico rispetto al suo asse. La sua larghezza dipende soltanto dalla disposizione dei conduttori e dalle correnti determinanti (capitolo 2.4.1) ma non dall'occupazione di fase concreta e dalle direzioni di carico e viene calcolata nel modo seguente:

- > mediante un modello 2D si procede al calcolo dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$  sul piano perpendicolare all'asse della linea per le correnti determinanti (capitolo 2.4.1) e per l'occupazione di fase ottimale (capitolo 8.4);
- > infine viene determinata la massima estensione laterale  $d$  dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$  a partire dall'asse della linea;
- > la distanza di legittimazione corrisponde al doppio della distanza  $d$ , tuttavia deve essere di almeno 20 m. Viene misurata orizzontalmente a partire dall'asse della linea e applicata su entrambi i lati della linea simmetricamente al suo asse. Il corridoio così calcolato è il perimetro di legittimazione. Alcuni esempi sono riportati nelle figure 8 e 9.

Se l'isolinea a  $1 \mu\text{T}$  non è simmetrica all'asse della linea, la distanza di legittimazione calcolata viene comunque applicata su entrambi i lati della linea in modo simmetrico. La figura 10 riporta l'esempio di una linea aerea a 220/380 kV.

<sup>36</sup> Un possibile criterio decisionale è costituito dalla somma delle densità di flusso magnetico nello stato di esercizio determinante, sommate in tutti i LAUS in cui viene superato il valore limite dell'impianto. In caso i LAUS differiscano notevolmente per dimensioni e utilizzazione, è possibile procedere a una ponderazione mediante l'intensità di utilizzazione (numero di persone; durata del soggiorno).

Un caso speciale è quello costituito da singole campate di una linea aerea dove la giunzione avviene tra due tipi diversi di traliccio. In tali casi deve essere usata la distanza più larga come perimetro di legittimazione delle due campate collegate. Un esempio è riportato nella figura 11.

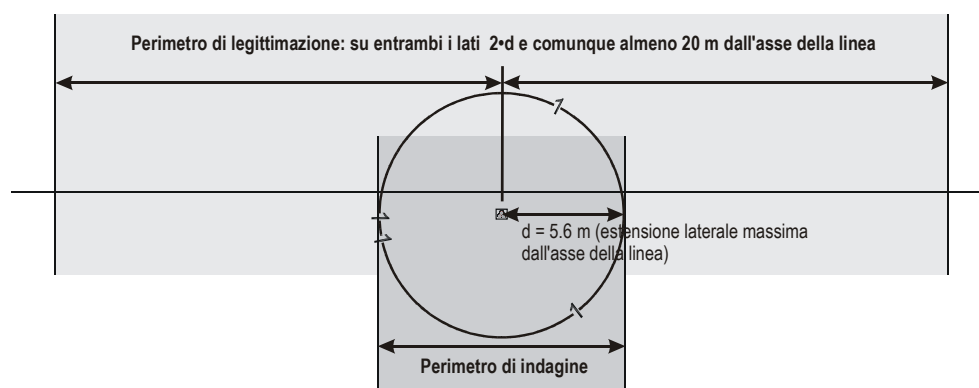
Nelle linee parallele il perimetro di legittimazione viene determinato separatamente per ogni linea indipendentemente dal fatto che le due linee ai sensi dell'ORNI siano considerate come un impianto unico o come impianti separati. Il perimetro di legittimazione complessivo è dato dalla sovrapposizione dei due corridoi determinati individualmente per ogni linea. Un esempio è riportato nella figura 12.

Il perimetro di legittimazione deve essere riportato nel piano d'insieme e possibilmente anche nei piani dettagliati della linea.

Il perimetro di legittimazione per le linee semplici può essere determinato anche mediante la distanza indicativa  $r$  conformemente al capitolo 8.3. Questo metodo semplice è applicabile alle linee a uno o due tratti che, per quanto riguarda la corrente limite termica e la disposizione dei conduttori, soddisfano le condizioni del capitolo 8.3.2. In questo caso come distanza laterale  $d$  (figure dalla 8 alla 12) viene impiegata la distanza indicativa conformemente al capitolo 8.3.3. La distanza di legittimazione, a lato dell'asse della linea, corrisponde al doppio della distanza indicativa, ma deve essere almeno di 20 metri.

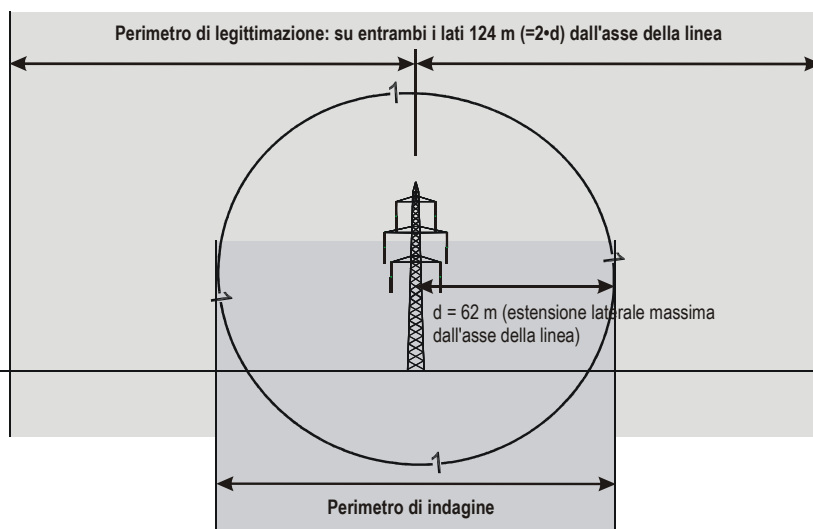
**Fig. 8 > Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine sull'esempio di una linea in cavo a 110 kV (piano verticale).**

*Per le spiegazioni vedere il testo.*



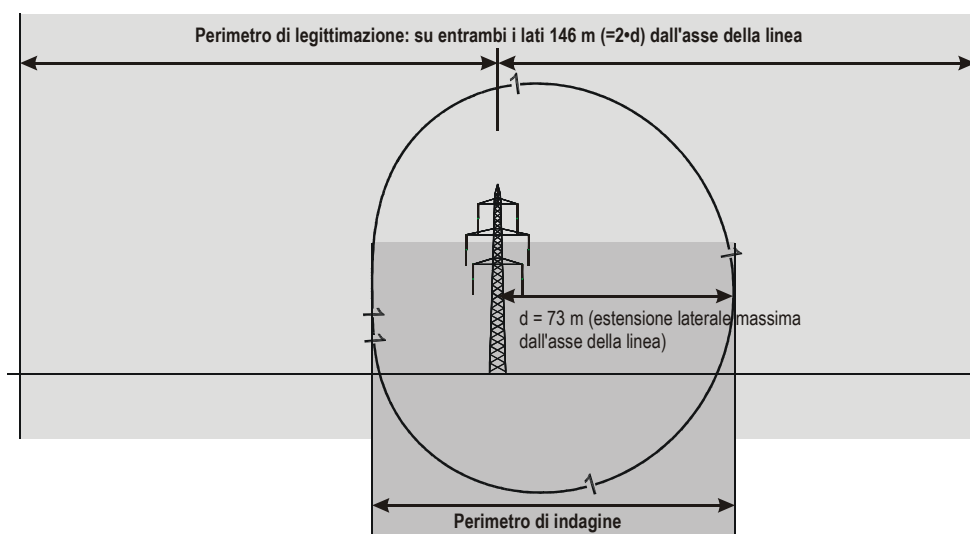
**Fig. 9** > Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine sull'esempio di una linea aerea a 380 kV con isolinea a 1  $\mu$ T simmetrica (piano verticale).

*Per le spiegazioni vedere il testo.*



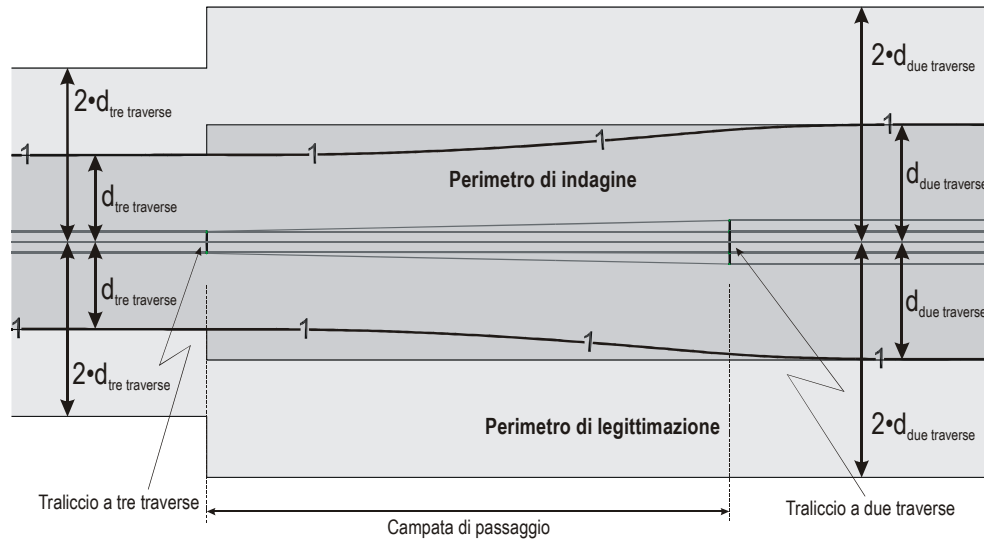
**Fig. 10** > Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine sull'esempio di una linea aerea a 220/380 kV con isolinea a 1  $\mu$ T non simmetrica (piano verticale).

*Per le spiegazioni vedere il testo.*



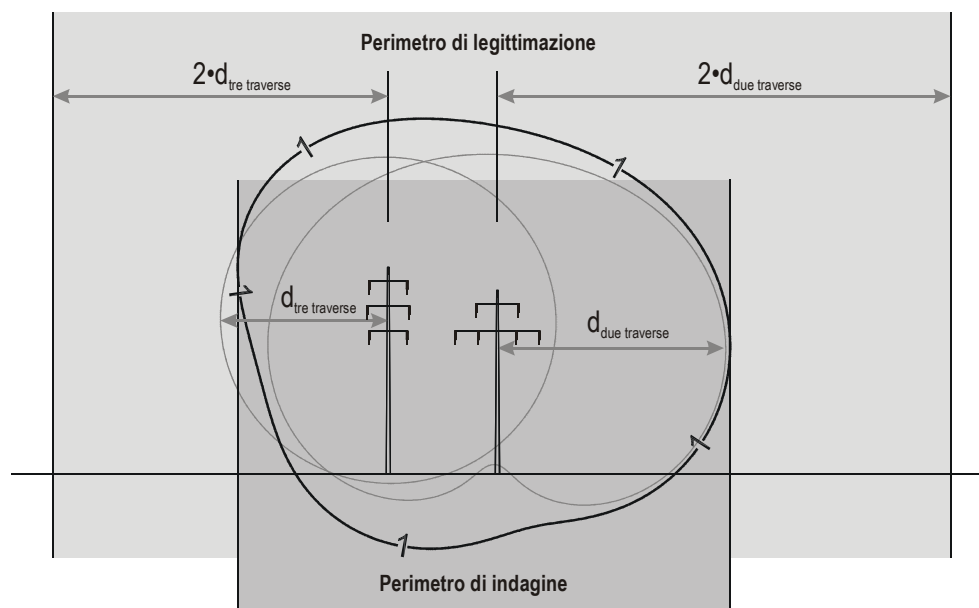
**Fig. 11** > Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine al passaggio fra due disposizioni di conduttori (linea aerea; piano orizzontale).

Per le spiegazioni vedere il testo.



**Fig. 12** > Determinazione del perimetro di legittimazione e di indagine di due linee aeree parallele considerate come un solo impianto (piano verticale).

Per le spiegazioni vedere il testo.



## 8.5.2 Determinazione del perimetro di indagine

Il perimetro di indagine è quell'area su entrambi i lati di una linea in cui il valore limite dell'impianto a qualsiasi quota sopra o sotto il suolo può essere raggiunto o superato. La sua delimitazione viene determinata mediante la proiezione dell'isolinesa a  $1 \mu\text{T}$  (o isosuperficie a  $1 \mu\text{T}$ ) sul suolo. Nella maggior parte dei casi questa isolinesa a  $1 \mu\text{T}$  è identica a quella che è già stata modellata per determinare il perimetro di legittimazione (capitolo 8.5.1). Soltanto nelle linee parallele e nei casi in cui l'occupazione di fase non è ottimale per lo stato di esercizio determinante, si ottengono isolinee diverse.

Per la sottosezione di una linea, in cui per definizione (cfr. allegato 1, capitolo A1-1 e A1-2) sono presenti gli stessi tratti di linea, lo stesso stato di esercizio determinante e la stessa disposizione geometrica dei conduttori (nelle linee aeree: stesso tipo di traliccio), deve essere calcolata un'unica isolinesa a  $1 \mu\text{T}$ . A tal fine è spesso sufficiente una modellazione 2D conformemente al capitolo 8.1.4. La proiezione di questa isolinesa sul suolo definisce i limiti del perimetro di indagine che ha la stessa larghezza lungo l'intera sottosezione interessata. Esso non deve essere necessariamente simmetrico all'asse della linea. Gli esempi relativi a una linea aerea sono riportati nelle figure 9 e 10, per una linea in cavo nella figura 8.

Per le sottosezioni di una linea, alle quali non è applicata la modellazione 2D (capitolo 8.1.4), è necessario generalmente calcolare l'isosuperficie a  $1 \mu\text{T}$  con un modello 3D e proiettarla sul suolo. Nei seguenti casi è possibile semplificare la procedura:

- > in caso di curva a gomito il perimetro di indagine corrisponde all'area grigia della figura 6;
- > in una campata di una linea aerea in cui avviene il passaggio fra due tipi diversi di traliccio, può essere adottato il perimetro di indagine più ampio delle due distanze di passaggio di collegamento. Un esempio è riportato nella figura 11.

In caso di linee parallele, che ai sensi del capitolo 2.1.3 z sono considerate complessivamente un impianto, esiste, al contrario di quanto avviene per la determinazione del perimetro di legittimazione (capitolo 8.5.1) un solo perimetro di indagine. Esso viene determinato sulla base dell'isolinesa a  $1 \mu\text{T}$  di tutto l'impianto considerando le direzioni di carico nello stato di esercizio determinante e l'occupazione di fase attuale. Un esempio è riportato nella figura 12. In caso di linee parallele, che sono considerate come due impianti separati, esistono due perimetri di indagine separati.

Il perimetro di indagine deve essere indicato nei piani d'insieme e in quelli dettagliati delle linee.

## 8.6 Determinazione della combinazione determinante delle direzioni di carico

### 8.6.1 Considerazioni generali

In questo capitolo si descrive come determinare la combinazione determinante delle direzioni di carico di due tratti di linea aventi la stessa frequenza (stessa direzione o direzioni opposte; cfr. capitolo 2.4.2). Il metodo di riferimento è il procedimento statistico descritto nel capitolo 8.6.2. Nelle condizioni di esercizio qui di seguito descritte si deve ricorrere a questo metodo se:

su uno o entrambi i tratti di linea la direzione del carico cambia periodicamente o irregolarmente e

- > i periodi con direzione uguale o direzioni opposte si verificano quasi con la stessa frequenza, oppure
- > i periodi con la stessa direzione sono temporalmente prevalenti, ma nei periodi limitati dove le direzioni di carico sono opposte, i tratti di linea hanno un carico sostanzialmente superiore, oppure
- > i periodi con direzioni opposte sono temporalmente prevalenti, ma nei periodi limitati dove le direzioni di carico sono le stesse, i tratti di linea hanno un carico sostanzialmente superiore.

In molti casi, in particolare quando su nessuno dei tratti di linea si verificano inversioni di direzione, il procedimento statistico è superfluo. La combinazione determinante delle direzioni di carico in questi casi è già fissata dalle direzioni di carico sui due tratti di linea.

Tuttavia, quando le condizioni non sono così chiare, si consiglia di applicare il procedimento statistico anche se quest'ultimo non consente di definire in modo inequivocabile tutti i casi. Il risultato dell'analisi statistica può anche rilevare che le direzioni di carico sono disaccoppiate, ovvero che i carichi nella stessa direzione e in direzioni opposte sono parimenti importanti. Questa constatazione può basarsi soltanto sull'analisi statistica e non su una stima prettamente qualitativa.

### 8.6.2 Analisi statistica dei dati relativi al carico di due tratti di linea

Per questa analisi devono essere disponibili due serie temporali di correnti di esercizio comprensive del segno algebrico, una per ogni tratto di linea. Queste serie temporali devono essere sincronizzate per quanto riguarda il campo temporale e gli intervalli fra i singoli valori. Nella fase di progettazione è necessario simulare le serie temporali. Per la valutazione delle reali condizioni di esercizio di una linea le serie temporali devono basarsi sulle misurazioni di lungo periodo dei parametri di esercizio.

Il segno algebrico indica la direzione del carico ed è perciò molto importante. Deve essere garantito che la convenzione relativa ai segni algebrici sia uniforme per tutti i tratti di linea osservati, in particolare quando l'impianto comprende tratti di linea di diversi titolari.

Queste serie temporali vengono sottoposte a una regressione lineare, dove la retta di regressione passa obbligatoriamente per lo zero. Come risultato viene impiegato soltanto il coefficiente di correlazione  $k$  calcolato nel modo seguente:

$$k = \frac{\sum_t (I_{1,t} \cdot I_{2,t})}{\sqrt{\left(\sum_t I_{1,t}^2\right) \left(\sum_t I_{2,t}^2\right)}} \quad (8)$$

Dove:

- $I_{1,t}$  corrente sul tratto di linea 1 al momento  $t$  (incl. segno algebrico)
- $I_{2,t}$  corrente sul tratto di linea 2 al momento  $t$  (incl. segno algebrico)
- $k$  coefficiente di correlazione

Il valore e il segno algebrico di  $k$  definiscono se si tratta di carichi nella stessa direzione, in direzioni opposte o disaccoppiate:

- >  $k > 0.2$ : carico nella stessa direzione
- >  $k < -0.2$ : carico in direzioni opposte
- >  $k$  compreso fra  $-0.2$  e  $0.2$ : direzioni di carico disaccoppiate

Un'applicazione EXCEL, in cui è stata programmata questa formula, può essere scaricata (unitamente alle istruzioni) dal sito Internet dell'UFAM ([www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)). Questo programma, oltre al coefficiente di correlazione, calcola anche il valore 98 percentile della corrente di ciascun tratto di linea. Tale grandezza è utile per verificare se una limitazione della corrente è rispettata.

Nell'allegato 5 sono riportati due esempi in cui viene illustrata la procedura sulla base di profili di 24 ore relativi alle correnti di due tratti di linea.

### 8.6.3 Previsione nella fase di progettazione

Se si prevede che per molto tempo possa verificarsi una delle condizioni menzionate al capitolo 8.6.1, si consiglia di adottare il procedimento statistico già nella fase di progettazione. A questo scopo è necessario simulare i tracciati tipici del carico, a condizione che ciò sia possibile in via preliminare. Il periodo da simulare dipende dal tipo di esercizio previsto per i tratti di linea interessati. Se si prevedono tracciati giornalieri che si differenziano poco da un giorno all'altro, è sufficiente la simulazione per una giornata tipica di 24 ore. Durante il periodo osservato i valori devono essere simulati negli stessi intervalli di tempo.

### 8.6.4 Determinazione sulla base di registrazioni di esercizio

In alcuni casi l'autorità incaricata dell'approvazione dei piani può disporre una registrazione e un'analisi delle correnti di esercizio. La misurazione delle correnti o delle tensioni, delle potenze attiva e reattiva nonché le necessarie conversioni si basano sul



capitolo 8.2.2. Queste grandezze devono essere registrate in modo continuo per tutto un anno e aggregate in valori medi orari. In questo modo una serie temporale relativa a un anno comprende per ogni tratto di linea 8760 valori medi orari della corrente (preceduta dal segno algebrico). Con queste serie temporali viene eseguita l'analisi statistica secondo il capitolo 8.6.2.

## 8.7 **Determinazione dell'intensità del campo elettrico**

### 8.7.1 **Scopo**

Determinare il valore efficace dell'intensità del campo elettrico nello stato di esercizio in cui l'intensità è la più elevata. In questo modo è possibile dimostrare il rispetto o il superamento del valore limite d'immissione relativo all'intensità del campo elettrico.

### 8.7.2 **Metodi**

L'intensità del campo elettrico sotto le linee aeree può essere generalmente misurata o modellata ricorrendo a programmi computerizzati. La misurazione dei campi elettrici a bassa frequenza è molto sensibile ai fattori di disturbo. Le esperienze pratiche finora disponibili sono molto limitate. Pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, le misurazioni dell'intensità dei campi elettrici non sono sempre consigliate. Qualora vengano eseguite, esse assumono un carattere prevalentemente orientativo. La determinazione dell'intensità del campo elettrico avviene perciò per il momento esclusivamente mediante modellazione.

### 8.7.3 **Stato di esercizio EMax**

Come illustrato nel capitolo 3.2 i fini del rispetto del valore limite d'immissione è determinante il valore efficace massimo (locale e temporale) dell'intensità del campo elettrico. L'intensità del campo elettrico deve perciò essere determinata per quel luogo e quello stato di esercizio della linea in cui viene raggiunto il valore massimo. Questo stato di esercizio viene definito nel seguito come stato caratterizzato dalla massima intensità del campo elettrico (stato di esercizio EMax). Tale stato è senz'altro rilevabile mediante una modellazione RNI. Con una misurazione si otterrebbe invece il valore massimo temporale solo casualmente, poiché l'esercizio della linea non può essere influenzato ai fini di una misurazione.

Lo stato di esercizio EMax si ha

- > alla massima tensione di esercizio;
- > in corrispondenza della freccia massima dei conduttori;
- > a seconda dell'occupazione di fase, in presenza di tratti di linea in parte disattivati.

Le tre condizioni sono cumulative e vengono spiegate dettagliatamente nel seguito:

- > l'intensità del campo elettrico, con una determinata configurazione dei conduttori, è direttamente proporzionale alla tensione della linea. Si differenzia fra tensione nominale e massima tensione di esercizio<sup>37</sup>, mentre la linea funziona generalmente con una tensione leggermente inferiore a quella massima di esercizio. Nelle linee a 380 kV la tensione nominale è di 380 kV mentre la massima tensione di esercizio è di 420 kV. Nella modellazione dell'intensità del campo elettrico va impiegata la massima tensione di esercizio;
- > l'intensità del campo elettrico sotto una linea aumenta con l'aumento della freccia dei conduttori. Per la modellazione dell'intensità del campo elettrico vanno impiegate le posizioni dei conduttori conformemente ai profili longitudinali approvati o notificati ai fini dell'approvazione;
- > nelle linee a due tratti, a seconda dell'occupazione di fase, i campi elettrici dei singoli tratti si rafforzano o compensano a vicenda. In caso di occupazione di fase compensante se un tratto di linea viene isolato dalla tensione o viene fatto funzionare a tensione ridotta, viene meno in parte o totalmente l'effetto compensante e l'intensità del campo elettrico aumenta rispetto a quella che si registrerebbe se entrambi i tratti fossero sotto tensione.

Nella modellazione dell'intensità del campo elettrico di linee a due tratti, la cui occupazione di fase ha un effetto di compensazione sul campo elettrico, si deve supporre che un tratto di linea sia privo di tensione. Per le linee a più tratti la cui occupazione di fase ha un effetto compensante, si deve presupporre che uno o più tratti siano privi di tensione. Questi tratti vanno scelti in modo che nel luogo di modellazione il campo elettrico registri la massima intensità.

#### 8.7.4 Luogo del rilevamento

L'intensità del campo elettrico deve essere determinata per il luogo accessibile dove risulta essere più alta. Per maggiori informazioni sui luoghi accessibili si rimanda al capitolo 2.8. Questo massimo locale si registra all'aperto, di regola direttamente sotto la linea, dove quest'ultima presenta la distanza minima dal suolo<sup>38</sup>. Nei terreni pianeggianti questo punto corrisponde al centro della campata fra due tralicci, nei terreni collinari questo punto deve essere determinato sulla base dei piani delle linee (profili longitudinali).

L'intensità del campo elettrico deve essere determinata ad un'altezza di 1 m dal terreno accessibile all'aperto.

<sup>37</sup> Cfr. l'allegato 3 dell'ordinanza sulla corrente forte.

<sup>38</sup> Questo vale quando nessun edificio o altra struttura elevata e accessibile si trova sotto o in diretta prossimità della linea. Nei casi eccezionali in cui ciò si verifica, il luogo con la massima intensità del campo elettrico può trovarsi sopra o in prossimità di questi edifici (per es. balcone, terrazza sul tetto). All'interno degli edifici invece il campo elettrico viene notevolmente ridotto, pertanto è superfluo determinare l'intensità del campo elettrico negli interni.

### 8.7.5 Modellazione dell'intensità del campo elettrico

L'intensità del campo elettrico viene modellata e rappresentata come sezione trasversale mediante programmi computerizzati conformemente alle norme tecniche in materia<sup>39</sup> per un'altezza di 1 m dal suolo. Generalmente è sufficiente una modellazione 2D. Le funi di guardia devono essere comprese nella modellazione. Come condizioni di esercizio vanno applicate quelle per lo stato di esercizio EMax conformemente al capitolo 8.7.3. I tratti di linea presunti privi di tensione per lo stato di esercizio EMax devono essere inclusi nella modellazione e trattati come collegati a terra.

È possibile rinunciare alla modellazione dettagliata della topografia. Il terreno in pendenza viene rappresentato per approssimazione mediante un piano inclinato che riproduce la pendenza nel luogo di indagine. L'eventuale vegetazione non viene modellata.

I profili di intensità di campo per le configurazioni standard di linee aeree sono disponibili sul sito Internet dell'UFAM<sup>40</sup>.

Se l'intensità del campo elettrico modellata nell'LSBD più esposto è inferiore o uguale al valore limite d'immissione, quest'ultimo si intende rispettato. In caso contrario il valore si intende superato.

Si rinuncia a fornire indicazioni per situazioni particolari, ad esempio per quanto concerne un edificio adiacente/sottostante una linea o terreni dalla conformazione irregolare (creste) finché non sussisteranno esigenze concrete al riguardo.

<sup>39</sup> Es. DIN/VDE 0848-1, 2000-8: Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern; Teil 1: Definitionen, Mess- und Berechnungsverfahren, capitolo 5.1.

<sup>40</sup> [www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)

## > Allegato 1

### A1 Scheda dei dati sul sito per linee ad alta tensione

#### A1-1 Struttura della scheda dei dati sul sito

La scheda dei dati sul sito viene utilizzata quando deve essere realizzato un nuovo impianto oppure quando un impianto esistente deve essere modificato ai sensi dell'ORNI. Le definizioni corrispondenti sono riportate nei capitoli 2.5 (nuovi e vecchi impianti) e 2.6 (Modifica di un vecchio impianto), per le limitazioni preventive delle emissioni dell'ORNI si rimanda invece al capitolo 3.1.

La sezione di linea da sottoporre a valutazione viene suddivisa in sottosezioni ai fini dell'accertamento RNI. Una sottosezione è un segmento di linea continuo per il quale sono costanti le seguenti caratteristiche:

- > stato secondo ORNI (nuovo impianto, modifica di un nuovo impianto, modifica di un vecchio impianto);
- > tratti di linea;
- > stato di esercizio determinante;
- > disposizione geometrica dei conduttori (nelle linee aeree ciò significa: stesso tipo di tralicci).

Se lungo la linea da sottoporre a valutazione esistono due o più sezioni non continue che però presentano queste quattro caratteristiche, possono essere unite e considerate come una sottosezione.

Se tutta la sezione da sottoporre a valutazione presenta le medesime caratteristiche, non è necessario suddividerla in sottosezioni.

La scheda dei dati sul sito è composta dai seguenti elementi:

- > una parte principale (punti da 1 a 4). Questa parte deve essere compilata per tutte le linee. Essa riassume i risultati principali delle schede complementari;
- > le schede complementari da 1 a 4, tipo e numero dipendono dal tipo di progetto;
- > allegati, in particolare piani d'insieme, sezioni trasversali della densità del flusso magnetico e dell'intensità del campo elettrico, determinazione del perimetro di legittimazione. Il tipo e il numero degli allegati dipende dal relativo progetto.

L'accertamento RNI va eseguito separatamente per ogni sottosezione. Per ogni sottosezione devono essere compilati una scheda complementare 1, 2 o 3, nonché un piano d'insieme e ulteriori allegati. Dal tipo dell'impianto, dallo stato secondo ORNI (nuovo impianto; modifica di un nuovo impianto; modifica di un vecchio impianto) e dal risul-

tato dell'accertamento dipende quale scheda complementare deve essere compilata. La figura 13 fornisce un supporto decisionale in tal senso.

L'accertamento generico, previsto nella scheda complementare 1, è quello meno complesso. Tuttavia è applicabile solo per le linee a uno o due tratti<sup>41</sup>. La scheda complementare 1 deve essere utilizzata solo se è possibile dimostrare che il LAUS più vicino alla sottosezione in oggetto rispetta la distanza indicativa. In tutti gli altri casi deve essere utilizzato la scheda complementare 2 oppure 3.

Per una linea aerea a 380 kV, inoltre, deve essere presentata anche la scheda complementare 4, con la quale viene dimostrato il rispetto del valore limite d'immissione.

Il numero delle righe nelle tabelle della scheda dei dati sul sito e delle schede complementari deve essere adeguato al relativo progetto. Le tabelle che resterebbero completamente vuote possono essere tralasciate.

In tutta la scheda dei dati sul sito, nelle schede complementari, nei piani d'insieme e negli allegati per il calcolo è necessario verificare la coerenza di denominazione/numerazione delle sottosezioni, dei tratti di linea e dei LAUS. Le sottosezioni vengono contrassegnate con lettere maiuscole, i tratti di linea con sigle adeguate, i LAUS con cifre.

Un modello in formato word relativo alla scheda dei dati sul sito che consente di adeguare automaticamente le caselle della tabella alla lunghezza dei dati inseriti può essere scaricato dal sito Internet dell'UFAM ([www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)). Si raccomanda di utilizzare esclusivamente questo modello per la compilazione delle schede dei dati sul sito.

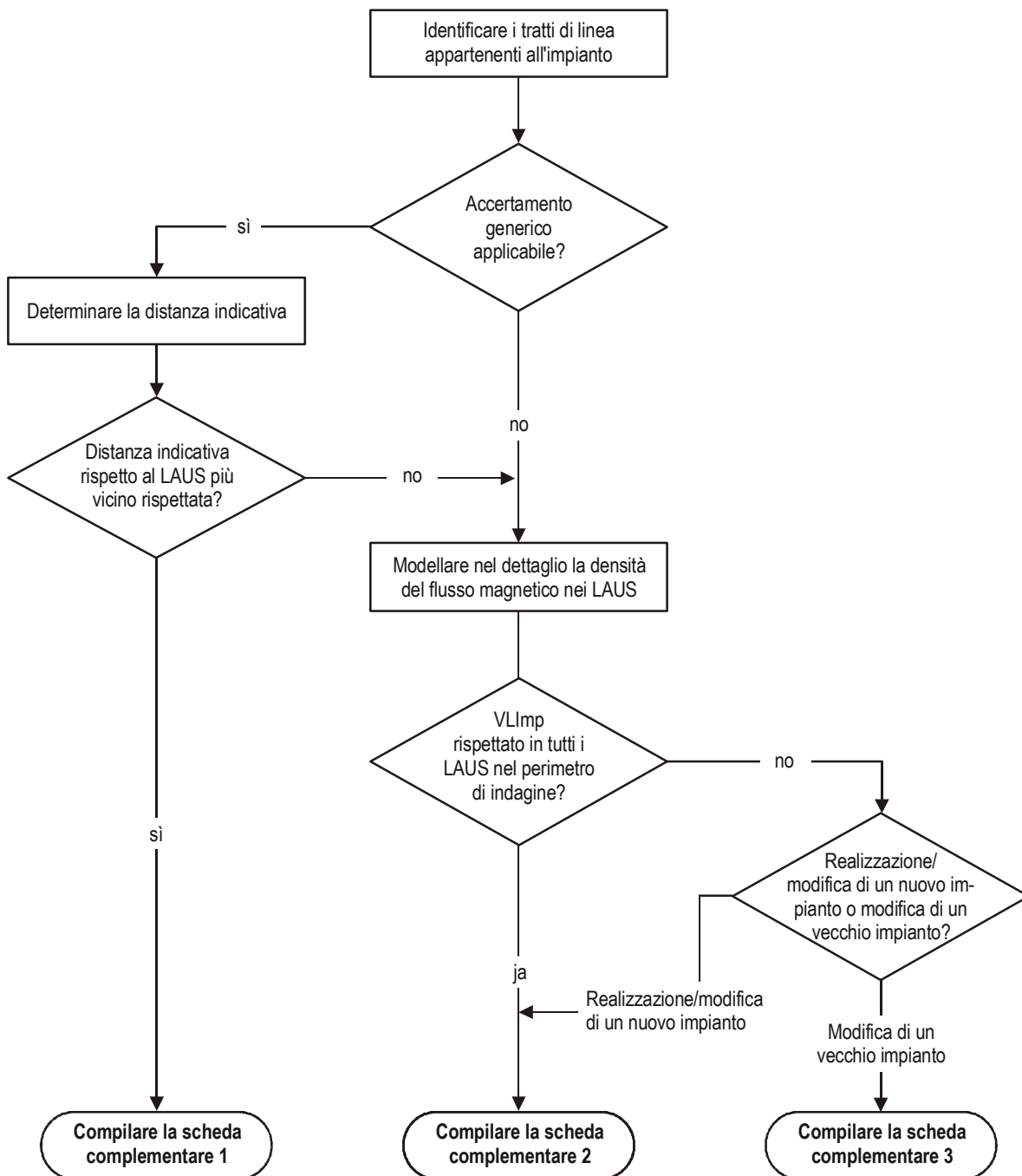
È opportuno compilare la scheda dei dati sul sito nella sequenza riportata di seguito:

1. copertina, punti 1 e 2 della parte principale;
2. per ogni sottosezione una scheda complementare 1, 2 oppure 3, inclusi gli allegati con i risultati della modellazione, i piani d'insieme e i piani dettagliati ;
3. per le linee aeree a 380 kV una scheda complementare 4;
4. riporto dei risultati delle schede complementari indicate alle cifre da 3.1 a 3.3 della parte principale;
5. il punto 4 della parte principale e l'elenco degli allegati.

<sup>41</sup> Rientrano tra queste anche due linee parallele di un solo tratto ciascuna, che insieme vengono considerate un unico impianto (capitolo 2.1.3).

**Fig. 13 > Scelta della scheda complementare da compilare.**

*Deve essere definita singolarmente per ogni sottosezione.*



## A1-2 Esempi

Di seguito, sulla base di tre esempi, viene illustrato come procedere alla suddivisione di un progetto in sottosezioni e quali schede complementari presentare.

### A1-2.1 Esempio 1

Nuova realizzazione di una linea aerea a 220 kV a due tratti su un nuovo tracciato. Tralicci da 1 a 10: a tre traverse; tralicci 11–15: a due traverse; tralicci da 16 a 20: a tre traverse. Corrente limite termica per entrambi i tratti di linea: 1920 A.

Sono presenti quattro sottosezioni:

**Sottosezioni**

- > sottosezione A: tralicci da 1 a 10 e da 16 a 20: a tre traverse;
- > sottosezione B: tralicci da 10 a 11: passaggio da tralicci a tre traverse a tralicci a due traverse;
- > sottosezione C: tralicci da 11 a 15: tralicci a due traverse;
- > sottosezione D: tralicci da 15 a 16: passaggio da tralicci a due traverse a tralicci a tre traverse.

Tutte e quattro le sottosezioni hanno lo stato di un nuovo impianto. La corrente limite termica è superiore a 750 A, l'accertamento generico mediante la scheda complementare 1 quindi non è applicabile.

Devono essere presentati quattro schede complementari 2 (uno per ogni sottosezione).

**Schede complementari**

### A1-2.2 Esempio 2

ra i punti X e Z deve essere realizzata una linea in cavo a 110 kV a un tratto, con cavi a un conduttore in tubi separati. Tra i punti X e Y vengono inseriti i nuovi conduttori in tubi già esistenti, ancora vuoti, accanto ad una linea a un tratto già esistente (approvazione dei piani prima dell'1/1/2000); tra i punti Y e Z viene realizzato un nuovo blocco di tubi che viene rimosso dalla linea già esistente.

Sono presenti due sottosezioni che si differenziano per lo stato e per il numero dei tratti di linea:

**Sottosezioni**

- > sottosezione A: dal punto X al punto Y. Il tratto di linea vecchio e il tratto progettato costituiscono insieme un unico impianto. Si tratta di una modifica di un vecchio impianto;
- > sottosezione B: dal punto Y al punto Z. Si tratta della realizzazione di un nuovo impianto.

Geometria dei conduttori e corrente limite termica si trovano in un campo che consente fondamentalmente l'utilizzo dell'accertamento generico (scheda complementare 1).

**Schede complementari**

Per ognuna delle due sottosezioni deve essere compilato una scheda complementare:

- > sottosezione A (modifica di un vecchio impianto): l'accertamento preliminare indica che la distanza indicativa rispetto al LAUS più vicino non viene rispettata e che la densità del flusso magnetico (anche nella modellazione dettagliata) è superiore al valore limite dell'impianto. Per tale motivo deve essere compilato una scheda complementare 3;
- > Sottosezione B (nuovo impianto) l'accertamento preliminare indica che la distanza indicativa rispetto al LAUS più vicino viene rispettata. Ciò può essere documentato con la scheda complementare 1.

### A1-2.3 Esempio 3

Tra i punti X e Z deve essere realizzata una nuova linea aerea con un tratto da 220 kV e un tratto da 380 kV. A metà del percorso, in prossimità del punto Y, si trova una sottostazione collegata solo al tratto da 220 kV. Tipo di tralicci, sezioni dei conduttori e occupazione di fase sono invariati su tutta la sezione della linea. Al contrario il titolare della linea prevede che su entrambe le sottosezioni vi sia una diversa combinazione determinante delle direzioni di carico. Nella stessa direzione tra X e Y, disaccoppiate tra y e Z.

Vi sono due sottosezioni, che si differenziano per il loro stato di esercizio determinanti. In entrambi i casi si tratta della realizzazione di un nuovo impianto:

**Sottosezioni**

- > sottosezione A: da X a Y carico nella stessa direzione;
- > sottosezione B: dal punto Y al punto Z: direzioni di carico disaccoppiate.

Geometria dei conduttori e corrente limite termica si trovano in un campo che non consente il ricorso all'accertamento generico (scheda complementare 1).

- > Due schede complementari 2, una per ogni sottosezione.
- > Una scheda complementare 4 (intensità del campo elettrico nell'LSBD con carico massimo).

**Schede complementari**



## A1-3 Istruzioni per la compilazione della scheda dei dati sul sito

### A1-3.1 Copertina

La denominazione (di ampio raggio) della linea.

Denominazione della linea

Denominazione della sezione di linea oggetto della presente scheda dei dati sul sito.

Sezione di linea da sottoporre a valutazione

Esempi:

- > tralicci da 10 a 20;
- > dalla sottostazione P al confine nazionale.

Il progetto o l'evento che rende necessaria la stesura o l'aggiornamento della scheda dei dati sul sito.

Motivo di compilazione dell'accertamento RNI

Possibili registrazioni:

- > nuova realizzazione;
- > sostituzione dei conduttori mediante conduttori binati;
- > posa di un tratto di linea supplementare;
- > tiraggio di un tratto di linea supplementare;
- > trasferimento dei tralicci m-n;
- > innalzamento dei tralicci a-b;
- > nuova determinazione della combinazione determinante delle direzioni di carico
- > ecc.

Può essere indicato anche più di un motivo/evento se il progetto è diverso per le varie sottosezioni.

**A1-3.2 Parte principale (punti da 1 a 4)**

La parte principale della scheda dei dati sul sito deve essere compilata per tutti i progetti. È un estratto delle schede complementari, serve ad avere una rapida panoramica relativa al rispetto o al mancato rispetto dei requisiti dell'ORNI e indica condizioni che eventualmente richiedono una registrazione dei dati di esercizio o misurazioni di collaudo.

**A1-3.2.1 Punto 2: Sottosezioni per l'accertamento RNI**

Se necessario, la sezione di linea da sottoporre a valutazione viene suddivisa in sottosezioni ai fini dell'accertamento RNI. I criteri di suddivisione e gli esempi sono riportati nei capitoli A1-1 e A1-2.

In merito alle singole colonne della tabella

Il medesimo elenco riportato nel paragrafo «Motivo di compilazione dell'accertamento RNI» (capitolo A1-3.1), che in questo caso deve essere tuttavia riferito alle singole sottosezioni.

**Progetto**

Possibili registrazioni:

- > nuovo impianto;
- > modifica di un nuovo impianto;
- > modifica di un vecchio impianto.

**Stato secondo ORNI**

Il capitolo 2.5 dell'aiuto all'esecuzione specifica che cosa si intende per nuovo impianto mentre il capitolo 2.6 specifica il significato di «modifica di un vecchio impianto». Lo stato di una sottosezione determina quali limitazioni preventive delle emissioni dell'ORNI siano applicabili.

**A1-3.2.2 Punto 3: Risultato**

I dati che devono essere indicati in questo punto vengono desunti dalle schede complementari da 1 a 3.

**A1-3.2.3 Punto 3.1: Limitazioni preventive delle emissioni rispettate**

Nella tabella vengono registrate le sottosezioni per le quali possono essere rispettate le limitazioni preventive delle emissioni in tutti i LAUS. La prova viene fornita in dettaglio per ogni sottosezione con il relativo scheda complementare e gli eventuali allegati.

In merito alle singole colonne della tabella

Indicazione della scheda complementare che costituisce la prova relativa alla sottosezione in oggetto. Possibili registrazioni: «1», «2» oppure «3».

**Scheda complementare**

	<p>Se nella relativa scheda complementare 2 oppure 3 la corrente determinante è più bassa della corrente limite termica, per la sottosezione in oggetto va apposta una crocetta (x). Se per l'accertamento viene usato la scheda complementare 1, non può essere prevista alcuna limitazione di corrente.</p>	<p><b>Prevista limitazione della corrente</b></p>
	<p>Se nella relativa scheda complementare 2 o 3 la combinazione determinante delle direzioni di carico è indicata come incerta, per la sottosezione in oggetto va apposta una crocetta (x).</p> <p><b>Punto 3.2: Limitazioni preventive delle emissioni non rispettate</b></p> <p>Nella tabella vengono registrati tutti i LAUS per i quali le limitazioni preventive delle emissioni non possono essere rispettate. La prova viene fornita in dettaglio mediante la scheda complementare 2 o 3 e relativi allegati. Per ogni LAUS deve essere richiesta e motivata una deroga (capitolo 3.1.4).</p> <p><u>In merito alle singole colonne della tabella</u></p> <p>Numero LAUS, sottosezione, posizione, descrizione/utilizzo vengono desunti dalla scheda complementare 2 o 3.</p> <p>Il valore per il <i>Progetto</i> viene desunto dalla relativa scheda complementare. Deve essere specificato un valore per le <i>Condizioni originarie</i> solo se si tratta di una modifica di un vecchio impianto (documentazione nella scheda complementare 3).</p> <p>Se nella relativa scheda complementare 2 o 3 la corrente determinante è più bassa della corrente limite termica, per i LAUS in oggetto va apposta una crocetta (x).</p> <p>Se nella relativa scheda complementare 2 o 3 la combinazione determinante delle direzioni di carico è indicata come incerta, per i LAUS in oggetto va apposta una crocetta (x).</p>	<p><b>Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta</b></p>
<p>A1-3.2.4</p> <p>A1-3.2.5</p>	<p><b>Punto 3.3: Valore limite d'immissione (VLI) per l'intensità del campo elettrico</b></p> <p>Qui viene determinato se è necessaria una prova dettagliata. In tal caso dovrà essere compilato la scheda complementare 4 dove verrà riportato il risultato.</p>	<p><b>Densità del flusso magnetico</b></p> <p><b>Prevista limitazione della corrente</b></p> <p><b>Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta</b></p>

### A1-3.3 Scheda complementare 1 Rispetto del VLImp nel LAUS più vicino: accertamento generico

#### A1-3.3.1 Considerazioni generali

Con questa scheda complementare si procede a effettuare un accertamento generico conformemente al capitolo 8.3. Essa è utile soprattutto per le sottosezioni in cui i LAUS hanno una notevole distanza rispetto all'impianto. La procedura per quanto riguarda la disposizione dei conduttori, le direzioni di carico e l'occupazione di fase parte dal caso più sfavorevole. Il risultato è una distanza indicativa  $r$  dal centro geometrico di un tratto di linea in cui il VLImp è rispettato con certezza.

A causa dei presupposti impliciti questo accertamento generale può essere utilizzato solo alle seguenti condizioni:

- > impianto a 1 o 2 tratti;
- > correnti limiti termiche fino a 750 A;
- > distanza  $q$  tra i conduttori più distanti l'uno dall'altro del medesimo tratto di linea/-anello: al massimo 620 cm.

La scheda complementare 1 deve essere presentata solo se con essa si può dimostrare che il LAUS più vicino rispetta effettivamente la distanza indicativa. In caso contrario per la sottosezione in oggetto dovrà essere compilata una scheda complementare 2 o 3.

#### A1-3.3.2 Punto 1: Elenco dei tratti di linea

Nella tabella vengono indicati i tratti di linea o gli anelli appartenenti all'impianto. Nel caso di linee parallele è necessario verificare e documentare nell'allegato, conformemente al capitolo 2.1.3, quali tratti di linea vengono considerati come un unico impianto.

##### In merito alle singole colonne della tabella

Possibili registrazioni:

- > linea aerea;
- > lineain cavo.

Tipo di linea

#### A1-3.3.3 Punto 2: Correnti limite termiche

Nella tabella viene inserita la corrente limite termica di ogni tratto di linea. Se in una linea a due tratti le due correnti limite sono diverse, per la determinazione della distanza indicativa viene preso in considerazione il valore più elevato.

#### A1-3.3.4 Punto 3: Distanza indicativa e distanza di legittimazione

La disposizione dei conduttori deve essere rappresentata graficamente in un allegato. Dalla rappresentazione deve risultare evidente la distanza  $q$  tra i conduttori fra loro più distanti di un tratto di linea/un anello. Tale distanza deve essere specificata qui. Se in una linea a due tratti le distanze sono diverse per i due tratti di linea, dovrà essere riportato il valore più elevato.

**Disposizione dei conduttori**

La distanza indicativa  $r$  viene desunta dalla relativa tabella di riferimento (a un tratto o a due tratti) del punto 3 della scheda complementare 1.

**Distanza indicativa  $r$**

La distanza di legittimazione è il doppio della distanza indicativa e corrisponde almeno a 20 m. Dovrà essere indicata nel piano d'insieme come corridoio (perimetro di legittimazione).

**Distanza di legittimazione**

#### A1-3.3.5 Punto 4: LAUS più vicino

Sulla sottosezione in oggetto dovrà essere identificato il LAUS più vicino alla linea. Determinante è la distanza diretta (distanza obliqua) tra il LAUS e il centro geometrico del tratto di linea (più vicino). Tale LAUS deve essere descritto. Se si trova all'interno del perimetro di legittimazione dovrà inoltre essere documentato insieme alla linea come sezione trasversale in un apposito allegato. La distanza diretta di questo LAUS rispetto al tratto di linea (più vicino) dovrà essere indicata in questa sezione trasversale.

Se nella sottosezione in oggetto vi sono alcuni LAUS «più vicini» che presentano la stessa distanza dalla linea, ciò dovrà essere annotato. Come esempio se ne dovrà scegliere uno e lo si dovrà documentare.

#### A1-3.3.6 Punto 5: Risultato

La scheda 1 dovrà essere presentata solo se il LAUS più vicino rispetta la distanza indicativa. Questo risultato viene riportato al punto 3.1 della parte principale della scheda di dati sul sito.

#### A1-3.3.7 Allegati

- > Piano d'insieme con perimetro di legittimazione.
- > Piano della disposizione dei conduttori.
- > Se il LAUS più vicino si trova all'interno del perimetro di legittimazione: sezione trasversale attraverso il LAUS più vicino.
- > Nelle linee parallele: identificazione dei tratti di linea appartenenti all'impianto.

## **A1-3.4 Scheda complementare 2**

### **Densità del flusso magnetico nei LAUS: impianto progettato**

#### A1-3.4.1 Considerazioni generali

In questa scheda complementare viene modellata in dettaglio la densità del flusso magnetico dell'impianto progettato per tutti i LAUS che nella sottosezione considerata si trovano all'interno del perimetro di indagine. Fondamentalmente è utilizzabile per tutti i progetti. Tuttavia, se la sottosezione in oggetto rappresenta la modifica di un vecchio impianto e il VLImp non può essere rispettato per tutti i LAUS, i dati di questa scheda complementare non sono sufficienti per consentire una valutazione definitiva. In tal caso anziché la scheda complementare 2 dovrà essere presentata la scheda complementare 3 (cfr. figura 13).

#### A1-3.4.2 Punto 1: Elenco dei tratti di linea

Vedere capitolo A1-3.3.2

#### A1-3.4.3 Punto 2: Correnti determinanti

Nella tabella vengono specificate per ogni tratto di linea la corrente limite termica e la corrente determinante (capitolo 2.4.1). Se la corrente determinante è più bassa della corrente limite termica il motivo dovrà essere spiegato nelle «Osservazioni». Ai punti 3.1 e 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito dovrà essere inserita una relativa nota di rimando.

Se un tratto di linea a seguito delle trasformazioni di tensione presenta uno sfasamento fisso, diverso da 0 o da 180 gradi, ciò dovrà essere indicato nella colonna «Osservazioni» della tabella (compreso il valore dello sfasamento). Si veda anche la nota 23 a piè di pagina.

#### A1-3.4.4 Punto 3: Combinazione determinante delle direzioni di carico

Questo punto deve essere compilato per gli impianti che comprendono due o più tratti alla medesima frequenza. Informazioni generali dettagliate relative a questi dati di esercizio sono riportati nei capitoli 2.4.2 e 8.6.

Nella tabella «Tratti a 50 Hz» deve essere compilata una riga per ogni coppia di tratti a 50 Hz che sono indicati nella tabella riportata al punto 1. Lo stesso vale per gli anelli a 16.7 Hz. Combinazioni di due tratti di frequenza diversa non vengono prese in considerazione.

Per due tratti si effettua una registrazione (una coppia), per tre tratti se ne effettuano tre, per quattro tratti se ne effettuano sei ecc.

### In merito alle singole colonne delle tabelle

Possibili registrazioni:

- > nella stessa direzione;
- > in direzioni opposte;
- > disaccoppiate.

**Combinazione determinante delle direzioni di carico**

Qui deve essere indicato se per gli accoppiamenti indicati si tratta di una stima qualitativa oppure se la stima viene effettuata in base a una simulazione e a un'analisi statistica dei dati di carico conformemente al capitolo 8.6.3. In questo ultimo caso dovrà essere allegato il risultato dell'analisi statistica e nella tabella si dovrà inserire un riferimento a questo allegato.

**Base**

Possibili registrazioni:

- > «certo»: sulla base della funzione dei due tratti di linea in rete si può ritenere che la combinazione indicata delle direzioni di carico a lungo tempo diverrà predominante;
- > «incerto»: Si deve ritenere che la combinazione indicata delle direzioni di carico non sia molto stabile e che in futuro potrebbe cambiare. Se si effettua una registrazione di questo tipo, ciò dovrà essere annotato ai punti 3.1 e 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito.

**Sicurezza del risultato**

#### A1-3.4.5 Punto 4: Perimetro di legittimazione e di indagine

L'estensione del perimetro di legittimazione deve essere determinata conformemente al capitolo 8.5.1, quella del perimetro di indagine conformemente al capitolo 8.5.2. Questi calcoli devono essere documentati negli appositi allegati (normalmente sezioni trasversali con rappresentazione delle isolinee della densità del flusso magnetico).

Entrambi i perimetri devono essere tracciati nel piano d'insieme come corridoio.

#### A1-3.4.6 Punto 5: Densità del flusso magnetico nei LAUS all'interno del perimetro di indagine

Per tutti i LAUS che si trovano completamente o in parte all'interno del perimetro di indagine è necessario effettuare una valutazione della densità del flusso magnetico in stato di esercizio determinante. A questo scopo deve essere modellata la densità del flusso magnetico secondo il capitolo 8.1.4. Il risultato viene documentato negli allegati sotto forma di sezioni trasversali con rappresentazione delle isolinee. In essi devono essere indicati le posizioni dei conduttori, l'occupazione delle fasi e l'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ , così come uno o più LAUS nella corretta posizione rispetto ai conduttori. Si ottengono così due gruppi di LAUS:

- > LAUS in cui il VLImp viene superato. Per tali luoghi deve essere allegato un piano dettagliato e una sezione trasversale specifica per la situazione (isolinea) della densità del flusso magnetico. La densità del flusso magnetico in questi LAUS deve essere calcolata ed indicata in maniera esplicita;
- > LAUS in cui il VLImp viene rispettato. Si trovano all'interno del perimetro di indagine, però al di fuori dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ . Per questi non è necessaria una mo-

dellazione dettagliata della densità del flusso magnetico. Deve essere solo indicato che si trovano al di fuori dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ . A questo scopo possono essere inseriti nella medesima sezione trasversale alcuni LAUS, anche se si trovano in campate diverse. Importante è unicamente che siano inseriti nella rappresentazione, relativamente alla posizione dei conduttori, in posizione corretta lateralmente e rispetto all'altezza.

#### In merito alle singole colonne della tabella

I LAUS devono essere contrassegnati con un numero univoco nella tabella, nelle sezioni trasversali e nei piani d'insieme e in quelli dettagliati.

**Numero LAUS**

Qui deve essere inserito un dato che facilita la ricerca del LAUS in oggetto sul piano d'insieme. Esempio:

**Posizione**

- > indirizzo;
- > tra il traliccio a e b;
- > al km x. ecc.

Una descrizione dell'oggetto che mostra che si tratta di una utilizzazione sensibile ai sensi dell'ORNI.

**Descrizione/utilizzo**

Per i LAUS nei quali il VLImp viene rispettato, è sufficiente l'indicazione « $\leq 1 \mu\text{T}$ ». Per i LAUS in cui il VLImp viene superato, deve essere indicato il valore modellato della densità del flusso magnetico.

**Densità del flusso magnetico**

Rimando all'allegato in cui viene documentata la modellazione della densità di flusso magnetico per il LAUS in questione.

**Sezione trasversale**

#### A1-3.4.7 Punto 6: Risultato

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente. Se il VLImp viene rispettato in tutti i LAUS questo risultato verrà riportato nel punto 3.1 della parte principale.

Se il VLImp non può essere rispettato in uno o più LAUS, i LAUS in oggetto dovranno essere indicati al punto 3.2 della parte principale e dovrà essere presentata e motivata la domanda di deroga (capitolo 3.1.4). Ciò dovrà essere effettuato solo per le sottosezioni che hanno lo status di «nuovo impianto» o «modifica di un nuovo impianto». Se invece si tratta di una modifica di un vecchio impianto, in caso di superamento del VLImp dovrà essere utilizzata la scheda complementare 3.



## A1-3.4.8 Allegati

- > Piano d'insieme con perimetro di legittimazione e di indagine. La scala dovrà essere scelta in modo che entrambi i perimetri risultino ben visibili. Tutti i LAUS all'interno del perimetro di indagine devono essere evidenziati nel piano e devono essere contrassegnati con un numero univoco.
- > Piani dettagliati per i LAUS in cui il VLImp viene superato.
- > Determinazione del perimetro di legittimazione.
- > Sezioni trasversali con rappresentazione delle isolinee della densità del flusso magnetico
- > Nelle linee parallele: identificazione dei tratti di linea appartenenti all'impianto.
- > opzionale: Simulazione e analisi statistica dei dati di carico.

### A1-3.5 Scheda complementare 3 Densità del flusso magnetico nei LAUS: impianto progettato e condizioni originarie

#### A1-3.5.1 Considerazioni generali

Questa scheda complementare deve essere presentata se il progetto previsto è una modifica di un vecchio impianto e se il VLImp nella sottosezione in oggetto non può essere rispettato in tutti i LAUS. Per ogni LAUS all'interno del perimetro di indagine viene effettuata una valutazione sulla densità di flusso magnetico. Per i LAUS all'interno dell'isolinea a 1  $\mu\text{T}$  la densità di flusso magnetico deve essere calcolata sia per l'impianto progettato sia per le condizioni originarie.

La scheda complementare 3 è simile, nella struttura e nel contenuto, alla scheda complementare 2, tuttavia richiede anche i dati tecnici e in parte la modellazione della densità di flusso magnetico anche per le condizioni originarie. Le istruzioni per la compilazione della scheda complementare 2 (capitolo A1-3.4) si applicano per analogia anche a questo caso. Di seguito sono indicate le precisazioni e le integrazioni.

#### A1-3.5.2 Punto 4: Perimetro di legittimazione e di indagine

Entrambi i perimetri devono essere determinati per l'impianto progettato ma non per l'impianto esistente.

#### A1-3.5.3 Punto 5: Densità del flusso magnetico nei LAUS all'interno del perimetro di indagine

##### In merito alle singole colonne della tabella

Questo dato è necessario solo se la densità di flusso magnetico dell'impianto progettato supera il VLImp.

Densità del flusso magnetico  
(condizione originaria)

«ORNI rispettata» è un'abbreviazione per «Limitazioni preventive delle emissioni rispettate». Possibili registrazioni:

ORNI rispettata

- > «*si*»: Questo è il caso in cui si verifica una delle due condizioni seguenti:
  - l'impianto progettato rispetta il VLImp;
  - l'impianto progettato supera il VLImp, la densità di flusso magnetico non è tuttavia più elevata che nelle condizioni originarie.
- > «*no*»: L'impianto progettato supera il VLImp, la densità di flusso magnetico è più elevata che nelle condizioni originarie.

---

A1-3.5.4 Punto 6: Risultato

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente. Se l'ORNI viene rispettata in tutti i LAUS, questo risultato verrà riportato nel punto 3.1 della parte principale.

Se l'ORNI non può essere rispettata in uno o più LAUS, i LAUS in oggetto dovranno essere indicati al punto 3.2 della parte principale e dovrà essere presentata e motivata la domanda di deroga (capitolo 3.1.4).

A1-3.5.5 Allegati

Allegati aggiuntivi oltre a quelli indicati nel capitolo A1-3.4.8:

- > per i LAUS in cui l'impianto progettato supererà il VLImp, dovrà essere allegata una sezione trasversale con rappresentazione delle isolinee della densità del flusso magnetico sia per l'impianto progettato sia per la condizione originaria;
- > nella misura in cui la combinazione determinante delle direzioni di carico è stata determinata sulla base di una registrazione delle correnti d'esercizio, dovrà essere allegata la relativa analisi statistica.

**A1-3.6 Scheda complementare 4 4****Intensità del campo elettrico nell'LSBD soggetto a maggior carico**

Questa scheda complementare deve essere compilata solo per le linee aeree a 380 kV. Non deve essere compilata per ogni sottosezione ma solo per la campata sotto la quale è prevista la maggiore intensità del campo elettrico. Questo LSBD deve essere indicato nel piano d'insieme. Con questa scheda complementare si deve attestare il rispetto del VLI nell'LSBD dove il carico è più elevato. Ove fosse previsto un superamento del VLI, è necessario un adeguamento del progetto.

## A1-3.6.1 Punto 1: LSBD soggetto a maggior carico

Dati relativi alla campata in oggetto (fra traliccio a e b)

Posizione dell'LSBD

Esempi:

- > pascolo;
- > terreno agricolo;
- > lago;
- > strada;
- > parcheggio;
- > balcone;
- > ecc.

Descrizione

## A1-3.6.2 Punto 2: Occupazione di fase nella campata dell'LSBD a maggior carico

La geometria dei conduttori con l'occupazione di fase prevista viene illustrata in un piano (allegato).

## A1-3.6.3 Punto 3: Stato di esercizio EMax

Deve essere indicato lo stato di esercizio in cui per l'occupazione di fase prevista l'intensità del campo elettrico risulta essere maggiore. In determinate condizioni alcuni tratti di linea devono essere considerate senza tensione. Per maggiori informazioni fare riferimento al capitolo 8.7.3.

## A1-3.6.4 Punto 4: Risultato della modellazione per lo stato di esercizio EMax nell'LSBD a maggior carico

Deve essere modellata e rappresentata in un allegato la sezione trasversale dell'intensità del campo elettrico attraverso l'LSBD a maggior carico conformemente al capitolo 8.7.5. L'intensità del campo elettrico nell'LSBD a maggior carico viene inserita nella tabella. Se sono presenti tratti di linea a 50 Hz e a 16.7 Hz, l'intensità del campo elettrico deve essere modellata separatamente per entrambe le frequenze e deve essere riportata nella tabella e nella formula sommatoria.

## A1-3.6.5 Allegati

- > Piano della disposizione dei conduttori e dell'occupazione di fase
- > Sezione trasversale dell'intensità del campo elettrico

---

## Scheda dei dati sul sito per linee ad alta tensione (art. 11 e all. 1 n. 1 ORNI)

---

Denominazione della linea:

Sezione di linea sottoposta a valutazione:

Motivo di compilazione dell'accertamento RNI:

Ditte interessate: Titolare della linea 1:

Titolare della linea 2:

Titolare della linea 3:

Sostituisce la scheda dei dati sul sito del:

Integra la scheda dei dati sul sito del:

Numero dell'approvazione dei piani:

Apporre una crocetta  
sulla casella corrispondente

## 1 Dati geografici relativi alla sezione di linea sottoposta a valutazione

Inizio:                      Luogo:    Coordinate:

Fine:                        Luogo:    Coordinate:

Osservazioni:

---

## 2 Sottosezioni per l'accertamento RNI

ID sottosezione	da	a	Progetto	Stato secondo ORNI*
A				
B				
C				
D				

\* Possibili registrazioni: nuovo impianto; modifica di un nuovo impianto; modifica di un vecchio impianto.

Osservazioni:

---

## 3 Risultato

### 3.1 Limitazioni preventive delle emissioni rispettate

Per le sottosezioni indicate di seguito le limitazioni preventive delle emissioni sono rispettate.

ID sottosezione	Scheda complementare	Prevista limitazione della corrente	Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 3.2 Limitazioni preventive delle emissioni non rispettate

Nei seguenti LAUS non possono essere rispettate le limitazioni preventive delle emissioni.

→ Si allega la domanda motivata di deroga.

ID sottosezione	N. LAUS	Posizione	Descrizione/utilizzo	Densità del flusso magnetico ( $\mu$ T)		Prevista limitazione della corrente	Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta
				Progetto	Condizione originaria*		
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* Compilare solo se per la sottosezione in questione si tratta di una modifica di un vecchio impianto.

Osservazioni:

---

### 3.3 Valore limite d'immissione (VLI) per l'intensità del campo elettrico

Si tratta di una:

<input type="checkbox"/> linea in cavo	→ La scheda complementare 4 non deve essere compilata. Il VLI si intende rispettato senza prova dettagliata.
<input type="checkbox"/> linea aerea con tensione nominale inferiore a 380 kV	
<input type="checkbox"/> linea aerea a 380 kV	→ La scheda complementare 4 deve essere compilata. <b>Risultato della scheda complementare 4:</b> <input type="checkbox"/> VLI rispettato

## 4 Dichiarazione del titolare dell'impianto

Il titolare dell'impianto dichiara che i dati contenuti in questa scheda di dati sul sito e nei relativi allegati sono completi e corretti. Egli si impegna a gestire l'impianto in conformità con lo stato di esercizio determinante dichiarato e a notificare all'autorità incaricata dell'approvazione dei piani eventuali differenze che potrebbero richiedere una nuova valutazione.

Data:

Firma:

Timbro della ditta:

### Allegati (indicare numero esatto)

Scheda complementare 1: Rispetto del VLImp nel LAUS più vicino: accertamento generico

Scheda complementare 2: Densità del flusso magnetico nei LAUS: impianto progettato

Scheda complementare 3: Densità del flusso magnetico nei LAUS: impianto progettato e condizioni originarie

Scheda complementare 4: Intensità del campo elettrico nell'LSBD soggetto a maggior carico

Piano d'insieme

Piano dettagliato per LAUS con densità del flusso magnetico superiore al VLI

Piano della disposizione dei conduttori

Sezione trasversale attraverso il LAUS più vicino

Determinazione del perimetro di legittimazione

Sezione trasversale con rappresentazione delle isolinee della densità del flusso magnetico

Sezione trasversale dell'intensità del campo elettrico

Identificazione dei tratti di linea appartenenti all'impianto nel caso di linee parallele

Analisi dei dati di carico

## Scheda complementare 1

### Rispetto del VLImp nel LAUS più vicino: accertamento generico

#### Sottosezione:

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente

#### 1 Elenco dei tratti di linea

- È presente solo una linea.  
 Sono presenti linee parallele. L'accertamento relativo ai tratti di linea da includere figura nell'allegato

##### Tratti o anelli appartenenti all'impianto

ID tratto/anello	Denominazione	Titolare	Tipo di linea*	Tensione nominale (kV)	Frequenza	Osservazioni

\* Possibili registrazioni: linea aerea; linea in cavo

#### 2 Correnti limite termiche

ID tratto/anello	Sezione/materiale	Corrente limite termica (A)	Osservazioni
	/		
	/		

#### 3 Distanza indicativa e distanza di legittimazione

##### Disposizione dei conduttori

Grafico della disposizione dei conduttori con indicazione delle quote in allegato:

Massima distanza  $q$  tra due conduttori di uno stesso tratto di linea/anello: m

Distanza indicativa  $r$  per il rispetto del VLImp secondo la tabella seguente: m

Distanza di legittimazione ( $2 \cdot r$ , almeno 20 m): m

→ Indicare il perimetro di legittimazione nel piano d'insieme



**Linea a un solo tratto**Distanza indicativa  $r$  tra un LAUS e il centro geometrico del tratto di linea

massima distanza $q$ tra 2 conduttori	corrente limite termica				
	fino a 100 A	da 101 a 225 A	da 226 a 400 A	da 401 a 625 A	da 626 a 750 A
fino a 20 cm	2.4 m	3.6 m	4.8 m	6.0 m	6.6 m
da 21 a 40 cm	3.2 m	4.8 m	6.4 m	8.0 m	8.8 m
da 41 a 60 cm	4.0 m	6.0 m	8.0 m	10.0 m	11.0 m
da 61 a 80 cm	4.6 m	6.9 m	9.2 m	11.5 m	12.7 m
da 81 a 100 cm	5.0 m	7.5 m	10.0 m	12.5 m	13.8 m
da 101 a 200 cm	7.0 m	10.5 m	14.0 m	17.5 m	19.3 m
da 201 a 400 cm	10.0 m	15.0 m	20.0 m	25.0 m	27.5 m
da 401 a 620 cm	12.5 m	18.8 m	25.0 m	31.3 m	34.4 m

**Linee a due tratti**Distanza indicativa  $r$  tra un LAUS e il centro geometrico del tratto di linea

massima distanza $q$ tra 2 conduttori dello stesso tratto	corrente limite termica				
	fino a 100 A	da 101 a 225 A	da 226 a 400 A	da 401 a 625 A	da 626 a 750 A
fino a 20 cm	3.2 m	4.8 m	6.4 m	8.0 m	8.8 m
da 21 a 40 cm	4.6 m	6.9 m	9.2 m	11.5 m	12.7 m
da 41 a 60 cm	5.6 m	8.4 m	11.2 m	14.0 m	15.4 m
da 61 a 80 cm	6.4 m	9.6 m	12.8 m	16.0 m	17.6 m
da 81 a 100 cm	7.0 m	10.5 m	14.0 m	17.5 m	19.3 m
da 101 a 200 cm	10.0 m	15.0 m	20.0 m	25.0 m	27.5 m
da 201 a 400 cm	14.0 m	21.0 m	28.0 m	35.0 m	38.5 m
da 401 a 620 cm	17.5 m	26.3 m	35.0 m	43.8 m	48.2 m

**4 LAUS più vicino**

Descrizione/utilizzo del LAUS più vicino:

Distanza diretta di questo LAUS dal centro geometrico del tratto di linea (più vicino): m

Osservazioni:

**5 Risultato**

- La distanza diretta del LAUS rispetto al tratto di linea (più vicino) è superiore alla distanza indicativa  $r$ .  
 ➔ Il VLImp è rispettato in tutti i LAUS. Riportare questo risultato al punto 3.1 della parte principale della scheda dei dati sul sito.
- Il LAUS più vicino si trova all'interno del perimetro di legittimazione.  
 ➔ Allegare la sezione trasversale attraverso questo LAUS: Allegato

## Scheda complementare 2

### Densità del flusso magnetico nei LAUS: impianto progettato

#### Sottosezione:

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente

#### 1 Elenco dei tratti di linea

- È presente solo una linea.
- Sono presenti linee parallele. L'accertamento relativo ai tratti di linea da includere figura nell'allegato

##### Tratti o anelli appartenenti all'impianto

ID tratto/anello	Denominazione	Titolare	Tipo di linea*	Tensione nominale (kV)	Frequenza	Osservazioni

\* Possibili registrazioni: linea aerea; linea in cavo

#### 2 Correnti determinanti

ID tratto/anello	Sezione/materiale	Corrente limite termica (A)	Corrente determinante (A)	Osservazioni
	/			
	/			
	/			
	/			

- Per ogni frequenza è presente un solo tratto di linea o un solo anello.  
 → Le direzioni di carico non sono rilevanti per la modellazione della densità del flusso magnetico. Il punto 3 di questa scheda complementare non deve essere compilato.
- Sono presenti due o più tratti di linea/anelli con la medesima frequenza.  
 → Le direzioni di carico sono rilevanti per la modellazione della densità di flusso magnetico. Il punto 3 di questa scheda complementare deve essere compilato.
- La corrente determinante è inferiore alla corrente limite termica.  
 → Ai punti 3.1 o 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito annotare una limitazione di corrente.

Osservazioni:

### 3 Combinazione determinante delle direzioni di carico

#### Tratti a 50 Hz

Tratto m / tratto n	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Certezza del risultato***	Osservazioni
/				
/				
/				

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; simulazione

\*\*\* Possibili registrazioni: certo; incerto

#### Anelli a 16.7 Hz

Anello i / anello j	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Certezza del risultato***	Osservazioni
/				
/				
/				

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; simulazione

\*\*\* Possibili registrazioni: certo; incerto

- La combinazione determinante delle direzioni di carico è incerta.  
 ➔ Annotare ai punti 3.1 o 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito.

Osservazioni:

### 4 Perimetro di legittimazione e di indagine

Documentazione della determinazione del perimetro di legittimazione in allegato:

Documentazione della determinazione del perimetro di indagine in allegato:

➔ Indicare nel piano d'insieme il perimetro di legittimazione e il perimetro di indagine.

### 5 Densità del flusso magnetico nei LAUS all'interno del perimetro di indagine

N. LAUS	Posizione	Descrizione/utilizzo	Densità del flusso magnetico ( $\mu\text{T}$ )	Sezione trasversale (n. allegato)

### 6 Risultato

- VLImp rispettato in tutti i LAUS  
 ➔ Riportare questo risultato al punto 3.1 della parte principale della scheda dei dati sul sito.
- VLImp superato in uno o più LAUS  
 ➔ Ogni LAUS in cui il VLImp viene superato deve essere riportato al punto 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito.

## Scheda complementare 3

### Densità di flusso magnetico nei LAUS: impianto progettato e condizioni originarie

#### Sottosezione:

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente

#### 1 Elenco dei tratti di linea

##### 1.1 Condizioni originarie (vecchio impianto)

- È presente solo una linea.  
 Sono presenti linee parallele. L'accertamento relativo ai tratti di linea da includere si trova nell'allegato:

##### Tratti o anelli appartenenti al vecchio impianto

ID tratto/anello	Denominazione	Titolare	Tipo di linea*	Tensione nominale (kV)	Frequenza	Osservazioni

\* Possibili registrazioni: linea aerea; linea in cavo

##### 1.2 Progetto (impianto modificato)

- È presente solo una linea.  
 Sono presenti linee parallele. L'accertamento relativo ai tratti di linea da includere figura nell'allegato:

##### Tratti o anelli appartenenti all'impianto progettato

ID tratto/anello	Denominazione	Titolare	Tipo di linea*	Tensione nominale (kV)	Frequenza	Osservazioni

\* Possibili registrazioni: linea aerea; linea in cavo

#### 2 Correnti determinanti

##### 2.1 Condizioni originarie (vecchio impianto)

ID tratto/anello	Sezione/materiale	Corrente limite termica (A)	Corrente determinante (A)	Osservazioni
	/			
	/			
	/			
	/			

- Per ogni frequenza è presente un solo tratto di linea o un solo anello.  
 ➔ Le direzioni di carico non sono rilevanti per la modellazione della densità di flusso magnetico. Il punto 3.1 di questa scheda complementare non deve essere compilato.
- Sono presenti due o più tratti di linea/anelli con la medesima frequenza.  
 ➔ Le direzioni di carico sono rilevanti per la modellazione della densità di flusso magnetico. Il punto 3.1 di questa scheda complementare deve essere compilato.

Osservazioni:

---

## 2.2 Progetto (impianto modificato)

ID tratto/anello	Sezione/materiale	Corrente limite termica (A)	Corrente determinante (A)	Osservazioni
	/			
	/			
	/			
	/			

- Per ogni frequenza è presente un solo tratto di linea o un solo anello.  
 ➔ Le direzioni di carico non sono rilevanti per la modellazione della densità di flusso magnetico. Il punto 3.2 di questa scheda complementare non deve essere compilato.
- Sono presenti due o più tratti di linea/anelli con la medesima frequenza.  
 ➔ Le direzioni di carico sono rilevanti per la modellazione della densità di flusso magnetico. Il punto 3.2 di questa scheda complementare deve essere compilato.
- La corrente determinante è inferiore alla corrente limite termica.  
 ➔ Ai punti 3.1 o 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito annotare una limitazione di corrente.

Osservazioni:

---

## 3 Combinazione determinante delle direzioni di carico

### 3.1 Condizioni originarie (vecchio impianto)

#### Tratti a 50 Hz

Tratto m / tratto n	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Osservazioni
/			
/			
/			

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; registrazione di esercizio

#### Anelli a 16.7 Hz

Anello i / anello j	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Osservazioni
/			
/			
/			

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; registrazione di esercizio

Osservazioni:

---

### 3.2 Progetto (impianto modificato)

#### Tratti a 50 Hz

Tratto m / tratto n	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Certezza del risultato***	Osservazioni
/				
/				
/				

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; simulazione

\*\*\* Possibili registrazioni: certo; incerto

#### Anelli da 16.7 Hz

Anello i / Anello j	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Certezza del risultato***	Osservazioni
/				
/				
/				

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; simulazione

\*\*\* Possibili registrazioni: certo; incerto

- La combinazione determinante delle direzioni di carico è incerta.  
 ➔ Indicare ai punti 3.1 o 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito.

Osservazioni:

## 4 Perimetro di legittimazione e di indagine

Documentazione della determinazione del perimetro di legittimazione in allegato:

Documentazione della determinazione del perimetro di indagine in allegato:

➔ Indicare nel piano d'insieme il perimetro di legittimazione e il perimetro di indagine.

## 5 Densità del flusso magnetico nei LAUS all'interno del perimetro di indagine

N. LAUS	Posizione	Descrizione/utilizzo	Densità del flusso magnetico ( $\mu\text{T}$ )		Sezione trasversale (n. allegato)	ORNI rispettata**
			Progetto	Condizione originaria*		
						<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>

\* Questo dato è necessario solo se la densità del flusso magnetico per l'impianto progettato supera il VLImp

\*\* Limitazione preventiva delle emissioni in caso di modifica di vecchi impianti:

- nei LAUS in cui il VLImp in condizione originaria veniva superato, la densità del flusso magnetico non deve aumentare
- nei LAUS in cui il VLImp in condizione originaria veniva rispettato, il valore non deve essere superato.

## 6 Risultato

- ORNI rispettata in tutti i LAUS nel perimetro di indagine
  - ➔ Riportare questo risultato al punto 3.1 della parte principale della scheda dei dati sul sito.
- ORNI non rispettata in uno o più LAUS
  - ➔ Ogni LAUS in cui l'ORNI non viene rispettata deve essere riportato al punto 3.2 della parte principale della scheda dei dati sul sito.

## Scheda complementare 4

### Intensità del campo elettrico nell'LSBD soggetto a maggior carico

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente

#### 1 LSBD soggetto a maggior carico

Posizione dell'LSBD:

Descrizione:

#### 2 Occupazione di fase nella campata dell'LSBD a maggior carico

Grafico dell'occupazione di fase in allegato:

#### 3 Stato di esercizio EMax

ID tratto	Denominazione tratto	Tensione nominale (kV)	Massima tensione di esercizio (kV)

#### 4 Risultato della modellazione per lo stato di esercizio EMax nell'LSBD a maggior carico

Base: sezione trasversale, allegato n.

Frequenza	Intensità del campo elettrico	VLI
50 Hz	V/m	5 000 V/m
16.7 Hz	V/m	10 000 V/m

Somma ponderata nel caso in cui siano presenti entrambe le frequenze:

$$\frac{E_{50}}{5000} + \frac{E_{16.7}}{10000} =$$

In questo caso il VLI viene rispettato se il risultato dell'espressione non supera il valore 1.0.

VLI rispettato → Riportare questo risultato al punto 3.3 della parte principale della scheda dei dati sul sito.

Osservazioni:



## > Allegato 2

### A2 Modulo di notifica: Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione

#### A2-1 Struttura del modulo di notifica

Se necessario, la sezione di linea da valutare per l'accertamento del risanamento<sup>42</sup> viene suddivisa in sottosezioni. Una sottosezione è un segmento di linea continuo per il quale sono costanti le seguenti caratteristiche:

- > tratti di linea;
- > stato di esercizio determinante;
- > disposizione geometria dei conduttori (nelle linee aeree ciò significa: stesso tipo di tralicci).

Se lungo la sezione di linea da valutare ci sono due o più segmenti non continui che hanno queste tre caratteristiche, possono essere uniti e considerati come una sottosezione.

Se tutta la sezione sottoposta a valutazione presenta queste tre caratteristiche non è necessario suddividerla in sottosezioni.

Il modulo di notifica è composto da:

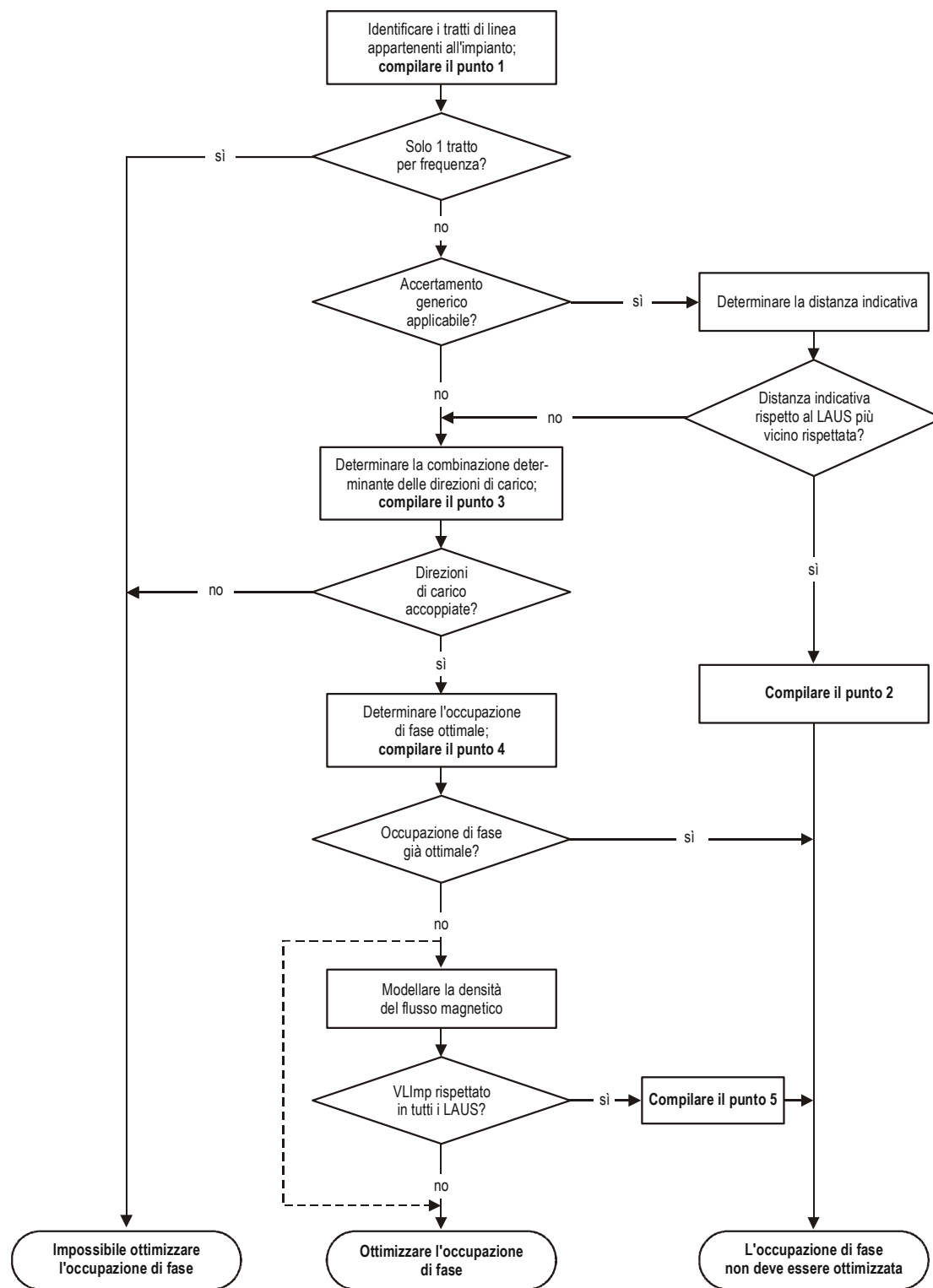
- > una parte principale (punti da 1 a 4), sulla quale vengono riassunti i risultati delle schede complementari;
- > una scheda complementare per ogni sottosezione. La scheda complementare ha una struttura modulare e deve essere compilata solo con i dati necessari ai fini del risultato (figura 14);
- > allegati, in particolare pianid'insieme, piani della disposizione dei conduttori e sezioni trasversali della densità del flusso magnetico, se detti elementi sono previsti nelle schede complementari ai relativi punti.

L'accertamento del risanamento viene effettuato separatamente per ogni sottosezione. Per ogni sottosezione è previsto una scheda complementare. La procedura generale da seguire è delineata per sommi capi nella figura 14. Tale figura indica anche quale punto della scheda complementare deve essere compilato. La linea tratteggiata nella figura ha effetto se il titolare dell'impianto è comunque intenzionato a risanare un impianto con un'occupazione di fase non ottimale, indipendentemente dal fatto che il VLImp in un LAUS venga rispettato o venga superato. In tal caso si può rinunciare alla modellazione della densità del flusso magnetico.

<sup>42</sup> In tutto l'aiuto all'esecuzione con il termine di «risanamento» si intendono solo le misure che vengono adottate per rispettare i requisiti dell'ORNI. Sono esclusi i lavori di ammodernamento e manutenzione finalizzati a garantire la sicurezza tecnica delle linee.

**Fig. 14 > Accertamento del risanamento.**

*Da definire singolarmente per ogni sottosezione. I punti si riferiscono al scheda complementare del modulo di notifica.*



---

Il numero delle righe nelle tabelle del modulo di notifica e delle schede complementari deve essere adeguato alla relativa linea.

Nelle schede complementari i punti che non devono essere compilati e le tabelle che resterebbero vuote possono essere tralasciati.

Un modello in formato word relativo al modulo di notifica che consente di adeguare automaticamente le caselle della tabella alla lunghezza dei dati inseriti può essere scaricato dal sito Internet dell'UFAM ([www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)). Si raccomanda di utilizzare esclusivamente questo modello per la compilazione dei moduli di notifica.

In tutto il modulo di notifica, nelle schede complementari, nei piani d'insieme e negli allegati per il calcolo è necessario verificare la coerenza di denominazione/numerazione delle sottosezioni, dei tratti di linea e dei LAUS. Le sottosezioni vengono contrassegnate con lettere maiuscole, i tratti di linea con apposite sigle e i luoghi a utilizzazione sensibile (LAUS) con cifre.

È opportuno compilare il modulo di notifica nella sequenza riportata di seguito:

1. copertina, punti 1 e 2 della parte principale;
2. una scheda complementare con i necessari allegati per ogni sottosezione;
3. i punti 3 e 4 della parte principale e l'elenco degli allegati.

## A2-2 Istruzioni per la compilazione del modulo di notifica

### A2-2.1 Copertina

La denominazione (ad ampio raggio) della linea.

Denominazione della linea

Denominazione della sezione di linea trattata nel presente modulo di notifica.

Sezione di linea sottoposta a valutazione

Esempi:

- > tralicci da 10 a 20;
- > dalla sottostazione P al confine nazionale.

### A2-2.2 Parte principale (punti da 1 a 4)

La parte principale del modulo di notifica deve essere compilata per tutte le linee. Costituisce un estratto delle schede complementari e serve a fornire una rapida panoramica delle necessità di risanamento e indica le condizioni che eventualmente richiedono una registrazione dei dati di esercizio.

#### A2-2.2.1 Punto 2: Sottosezioni per l'accertamento del risanamento

Se necessario, la sezione di linea da sottoporre a valutazione per l'accertamento del risanamento viene suddivisa in sottosezioni. I criteri di suddivisione sono riportati nel capitolo A2-1.

#### A2-2.2.2 Punto 3: Risultato dell'accertamento del risanamento

I dati che devono essere indicati in questo punto vengono desunti dalle schede complementari.

#### A2-2.2.3 Punto 3.1: Sottosezioni che non richiedono risanamento

In questa tabella vengono indicate le sottosezioni che non devono o che non possono essere risanate.

#### In merito alle singole colonne della tabella

Deve essere indicata una delle seguenti motivazioni:

Motivo

- > «Distanza indicativa rispetto al LAUS più vicino rispettata». La prova viene fornita al punto 2 della scheda complementare.
- > «Occupazione di fase ottimizzata». La prova viene fornita al punto 4 della scheda complementare.
- > «VLImp rispettato nei LAUS». La prova viene fornita al punto 5 della scheda complementare.
- > «Solo 1 tratto per frequenza». La prova viene fornita al punto 1 della scheda complementare.

> «Direzioni di carico disaccoppiate». La prova viene fornita al punto 3 della scheda complementare.

Se al punto 5 della scheda complementare la corrente determinante è più bassa della corrente limite termica, in corrispondenza alla sottosezione in oggetto viene inserita una crocetta (x).

**Prevista limitazione della corrente**

Se al punto 3 della scheda complementare la combinazione determinante delle direzioni di carico viene definita incerta, in corrispondenza alla sottosezione in oggetto viene inserita una crocetta (x).

**Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta**

#### A2-2.2.4 Punto 3.2: Sottosezioni con necessità di risanamento

In questa tabella devono essere inserite le restanti sottosezioni non inserite nell'elenco al punto 3.1. Per esse non è ottimizzata l'occupazione di fase. La prova viene fornita al punto 4 della scheda complementare.

##### In merito alle singole colonne della tabella

Qui viene indicato se il titolare dell'impianto ha intenzione di eseguire il risanamento della sottosezione in oggetto. Se la risposta è «no», deve essere fornita una motivazione dettagliata al punto 4 della parte principale.

**Ottimizzazione di fase prevista**

Se al punto 3 della scheda complementare la combinazione determinante delle direzioni di carico viene definita incerta, in corrispondenza della sottosezione in oggetto va apposta una crocetta (x).

**Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta**

#### A2-2.2.5 Punto 4: Dichiarazione del titolare dell'impianto

La terza opzione disponibile (richiesta di rinunciare all'ottimizzazione di fase) entra in gioco se sulla base di una valutazione più generale, che comprende alcune linee, sono indispensabili eventuali compromessi relativamente all'occupazione di fase (cfr. capitolo 8.4.4). Una domanda di questo tipo deve essere motivata in dettaglio.

**A2-2.3 Scheda complementare relativa al modulo di notifica**

## A2-2.3.1 Considerazioni generali

Per ogni sottosezione deve essere compilato una scheda complementare. Nella figura 14 è indicato quali punti devono essere compilati.

## A2-2.3.2 Punto 1: Elenco dei tratti di linea

Questa scheda complementare deve sempre essere compilata. Nella tabella vengono indicati i tratti di linea e gli anelli appartenenti all'impianto. Nel caso di linee parallele è necessario verificare e documentare nell'allegato, secondo la procedura indicata nel capitolo 2.1.3, quali tratti di linea vengono considerati come un solo impianto.

Se per ogni frequenza è presente solo un tratto di linea, dovrà essere riportato come risultato «solo 1 tratto per frequenza» al punto 3.1 della parte principale. L'accertamento del risanamento per la sottosezione in oggetto termina qui.

In merito alle singole colonne della tabella

Possibili registrazioni:

- > linea aerea;
- > lineain cavo

Tipo di linea

## A2-2.3.3 Punto 2: Rispetto del VLImp nel LAUS più vicino: accertamento generico

In questo punto si effettua un accertamento generico conformemente al capitolo 8.3. Esso è utile soprattutto per le sottosezioni in cui i LAUS hanno una notevole distanza rispetto all'impianto. La procedura per quanto riguarda la disposizione dei conduttori, le direzioni di carico e l'occupazione di fase parte dal caso più sfavorevole. Il risultato è una distanza indicativa  $r$  dal centro geometrico di un tratto di linea in cui il VLImp è rispettato con certezza.

A causa dei presupposti impliciti questo accertamento generico può essere utilizzato solo alle seguenti condizioni:

- > impianto a 2 tratti;
- > correnti limiti termiche fino a 750 A;
- > distanza  $q$  tra i conduttori più distanti l'uno dall'altro del medesimo tratto di linea/anello: al massimo 620 cm.

Per ognuno dei due tratti di linea viene riportata la corrente limite termica. Se i valori sono molto diversi, per la determinazione della distanza indicativa si applica il valore più elevato.

Correnti limite termiche

La disposizione dei conduttori deve essere rappresentata graficamente in un allegato. Dalla rappresentazione deve poter risultare evidente la distanza  $q$  tra i conduttori fra loro più distanti di un tratto di linea/anello. Tale distanza deve essere riportata in questo

Disposizione dei conduttori

punto. Se le distanze in oggetto sono diverse per entrambi i tratti di linea, dovrà essere riportato il valore più elevato.

La distanza indicativa  $r$  viene desunta dalla tabella di riferimento al punto 2 della scheda complementare.

**Distanza indicativa**

Per la sottosezione in oggetto dovrà essere identificato il LAUS più vicino alla linea. Determinante è la distanza diretta (distanza obliqua) tra il LAUS e il centro geometrico del tratto di linea più vicino. Tale LAUS deve essere descritto. Se la sua distanza orizzontale rispetto all'asse della linea è inferiore a 20 metri o è inferiore al doppio della distanza indicativa, essa dovrà essere documentata anche in un allegato, insieme alla linea, come sezione trasversale. La distanza diretta di questo LAUS rispetto al tratto di linea più vicino dovrà essere indicata in questa sezione trasversale.

**LAUS più vicino**

Se nella sottosezione in oggetto vi sono alcuni LAUS «vicini» alla stessa distanza dalla linea, ciò dovrà essere annotato. Come esempio se ne dovrà scegliere uno e lo si dovrà documentare.

Questo accertamento generico deve essere presentato solo se con esso si può dimostrare che il LAUS più vicino rispetta effettivamente la distanza indicativa. In tal caso l'accertamento del risanamento è concluso. Come risultato dovrà essere annotato al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica «Distanza indicativa rispetto al LAUS più vicino rispettata».

**Risultato**

#### A2-2.3.4 Punto 3: Combinazione determinante delle direzioni di carico

Questo punto deve essere compilato per gli impianti che comprendono due o più tratti alla medesima frequenza. Non rientrano in questa tipologia gli impianti a due tratti per i quali, sulla base del punto 2 viene presentata la prova che il LAUS più vicino rispetta la distanza indicativa.

Informazioni generali dettagliate relative a questi dati di esercizio sono riportati nei capitoli 2.4.2 e 8.6.

Nella tabella «Tratti a 50 Hz» deve essere compilata una riga per ogni coppia di tratti a 50 Hz che sono indicati nella tabella riportata al punto 1. Lo stesso vale per gli anelli a 16.7 Hz. Le combinazioni di due tratti di frequenza diversa non vengono prese in considerazione.

Per due tratti si effettua una registrazione (una coppia), per tre tratti se ne effettuano tre, per quattro tratti se ne effettuano sei ecc.

In merito alle singole colonne delle tabelle

Possibili registrazioni:

- > nella stessa direzione;
- > in direzioni opposte;
- > disaccoppiate

**Combinazione determinante delle direzioni di carico**

Qui occorre specificare se per gli accoppiamenti indicati si tratta di una stima qualitativa oppure se la stima viene determinata in base a un'analisi dei dati di carico come indicato nel capitolo 8.6.2. In questo ultimo caso dovrà essere allegato il risultato dell'analisi statistica e nella tabella si dovrà inserire un riferimento a questo allegato.

**Base**

Possibili registrazioni:

- > *«certo»*: sulla base della funzione dei due tratti di linea in rete si può ritenere che la combinazione indicata delle direzioni di carico a lungo tempo diverrà predominante;
- > *«incerto»*: sulla base dell'analisi dei dati di carico si deve ritenere che la combinazione indicata delle direzioni di carico non sia molto stabile e che in futuro potrebbe cambiare. Se si effettua una registrazione di questo tipo, ciò dovrà essere annotato ai punti 3.1 o 3.2 della parte principale del modulo di notifica.

**Certezza del risultato**

Se per tutte le coppie di tratti di linea le direzioni di carico sono inserite come disaccoppiate, non vi è alcuna occupazione ottimale di fase e l'accertamento del risanamento è concluso. Come risultato al punto 3.1 della parte principale dovrà essere riportato «Direzioni di carico disaccoppiate».

A2-2.3.5 **Punto 4: Verifica dell'occupazione di fase**

In questo punto l'occupazione ottimale di fase viene determinata e viene confrontata con quella attuale. È utilizzabile per impianti che comprendono due o più tratti di linea con la medesima frequenza, con direzioni di carico chiaramente accoppiate. Non deve essere eseguita se al punto 2 è stata presentata la prova che la distanza indicativa al LAUS più vicino è stata rispettata.

L'occupazione di fase attuale e quella ottimale vengono inserite ognuna in una rappresentazione grafica della disposizione dei conduttori. Se non è evidente quale sia l'occupazione ottimale di fase, devono essere allegate rappresentazioni delle isolinee della densità di flusso magnetico per diverse occupazioni di fase possibili.

Se risulta che l'occupazione di fase è già ottimizzata, l'accertamento di risanamento a questo punto è concluso. Come risultato al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica deve essere riportato «Occupazione di fase ottimizzata».

A2-2.3.6 **Punto 5: Rispetto del VLImp nei LAUS: accertamento dettagliato**

Contrariamente a quanto avviene nell'accertamento generico ai sensi del punto 2 la densità di flusso magnetico nei LAUS viene modellata in dettaglio. Nella dichiarazione vengono compresi tutti i LAUS che si trovano all'interno del perimetro di indagine



(2.9.1). Deve essere presentato solo un risultato, a condizione che questo dimostri che il VLImp, con l'occupazione di fase attuale e nello stato di esercizio determinante, è rispettato in ogni LAUS all'interno del perimetro d'indagine. Come risultato dovrà essere inserito al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica «VLImp rispettato in ogni LAUS».

Nella tabella vengono riportate per ogni tratto di linea la corrente limite termica e la corrente determinante (capitolo 2.4.1). Se la corrente determinante è più bassa della corrente limite termica il motivo dovrà essere indicato nella «Osservazioni». Nel punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica dovrà essere inserita una relativa nota di rimando.

Se un tratto di linea a seguito delle trasformazioni di tensione presenta uno sfasamento fisso, diverso da 0 o da 180 gradi, ciò dovrà essere indicato nella colonna «Osservazioni» della tabella (compreso il valore dello sfasamento). Si veda anche la nota n. 23 a piè di pagina.

Il perimetro di indagine viene determinato come illustrato nel capitolo 8.5.2. Esso dovrà essere disegnato nel piano d'insieme.

Per tutti i LAUS che si trovano completamente o in parte all'interno del perimetro di indagine, dovrà essere dimostrato che il VLImp viene rispettato. La modellazione della densità del flusso magnetico viene effettuata come indicato nel capitolo 8.1.4. Il risultato viene documentato negli allegati. Tali allegati normalmente devono essere realizzati come sezioni trasversali con rappresentazione delle isolinee della densità del flusso magnetico. In essi devono essere indicati le posizioni dei conduttori, l'occupazione delle fasi e l'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ , così come uno o più LAUS nella corretta posizione rispetto ai conduttori. In un'unica rappresentazione possono essere inseriti diversi LAUS, anche se si trovano in campate diverse; è importante unicamente che essi siano posizionati in modo corretto sia lateralmente che in altezza relativamente ai conduttori. Il VLImp viene rispettato se i LAUS si trovano al di fuori dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$ .

#### In merito alle singole colonne della tabella

I LAUS devono essere contrassegnati con un numero univoco nella tabella, nelle sezioni trasversali e nel piano d'insieme.

Qui deve essere inserito un dato che facilita la ricerca del LAUS in oggetto sul piano d'insieme. Ad esempio:

- > indirizzo;
- > tra il traliccio a e b;
- > al km x. ecc.

Una descrizione dell'oggetto che mostra che si tratta di un'utilizzazione sensibile ai sensi dell'ORNI.

Rimando all'allegato in cui viene documentata la modellazione della densità del flusso magnetico per il LAUS in questione.

Correnti determinanti

Perimetro di indagine

LAUS all'interno del perimetro di indagine

Numero LAUS

Posizione

Descrizione/utilizzo

Sezione trasversale

---

## **Modulo di notifica**

### **Accertamento del risanamento per una vecchia linea ad alta tensione**

---

Denominazione della linea:

Sezione di linea sottoposta a valutazione:

Ditte interessate: Titolare della linea 1:

Titolare della linea 2:

Titolare della linea 3:

Numero dell'approvazione dei piani:

Apporre una crocetta  
sulla casella corrispondente

## 1 Dati geografici relativi alla sezione di linea sottoposta a valutazione

Inizio:                      Luogo:                                      Coordinate:

Fine:                              Luogo:                                      Coordinate:

Osservazioni:

## 2 Sottosezioni per l'accertamento del risanamento

ID sottosezione	da	a	Descrizione
A			
B			
C			
D			

## 3 Risultato dell'accertamento del risanamento

### 3.1 Sottosezioni che non richiedono risanamento

ID sottosezione	Motivo*	Prevista limitazione della corrente	Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta	Osservazioni
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

\* possibili registrazioni: distanza indicativa rispetto al LAUS più vicino rispettata, occupazione di fase ottimizzata, VLImp rispettato nei LAUS, solo 1 tratto per frequenza, direzioni di carico disaccoppiate

### 3.2 Sottosezioni con necessità di risanamento

ID sottosezione	Ottimizzazione di fase prevista	Combinazione determinante delle direzioni di carico incerta	Osservazioni
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## 4 Dichiarazione del titolare dell'impianto

Il titolare dell'impianto dichiara che i dati contenuti in questo modulo di notifica e nei relativi allegati sono completi e corretti. Si impegna a comunicare alle autorità incaricate dell'approvazione dei piani eventuali differenze nell'esercizio dell'impianto che potrebbero richiedere una nuova valutazione.

Per quanto attiene al risanamento, constata quanto segue:

- L'impianto non è soggetto all'obbligo di risanamento.
- L'impianto è soggetto all'obbligo di risanamento. L'occupazione di fase verrà ottimizzata.
- L'impianto è soggetto all'obbligo di risanamento. Il titolare dell'impianto chiede, tuttavia, di non eseguire l'ottimizzazione di fase per i seguenti motivi.

Motivazione:

---

Data:

Firma:

Timbro della ditta:

### **Illegati (indicare numero esatto)**

Scheda complementare relativa al modulo di notifica

Piano d'insieme

Sezione trasversale attraverso il LAUS più vicino

Piano della disposizione dei conduttori

Sezione trasversale con rappresentazione delle isolinee della densità del flusso magnetico

Identificazione dei tratti di linea appartenenti all'impianto nel caso di linee parallele

Analisi dei dati di carico

Determinazione dell'occupazione di fase ottimale

## Scheda complementare relativa al accertamento del risanamento

### Sottosezione:

Apporre una crocetta sulla casella corrispondente

#### 1 Elenco dei tratti di linea

- È presente solo una linea.  
 Sono presenti linee parallele. L'accertamento relativo ai tratti di linea da includere si trova nell'allegato

#### Tratti o anelli appartenenti all'impianto

ID tratto/anello	Denominazione	Titolare	Tipo di linea*	Tensione nominale (kV)	Frequenza	Osservazioni

\* Possibili registrazioni: linea aerea; linea in cavo

#### 2 Rispetto del VLImp nel LAUS più vicino: accertamento generico

##### Correnti limite termiche

ID tratto/anello	Sezione/materiale	Corrente limite termica (A)	Osservazioni
	/		
	/		

##### Disposizione dei conduttori e distanza indicativa

Grafico della disposizione dei conduttori con indicazione delle quote in allegato:

Massima distanza  $q$  tra due conduttori di uno stesso tratto di linea / di uno stesso anello: m

Distanza indicativa  $r$  per il rispetto del VLImp secondo la tabella seguente: m

##### Linea a due tratti

Distanza indicativa  $r$  tra un LAUS ed il centro geometrico del tratto di linea

massima distanza $q$ tra 2 conduttori del medesimo tratto	corrente limite termica				
	fino a 100 A	da 101 a 225 A	da 226 a 400 A	da 401 a 625 A	da 626 a 750 A
fino a 20 cm	3.2 m	4.8 m	6.4 m	8.0 m	8.8 m
da 21 a 40 cm	4.6 m	6.9 m	9.2 m	11.5 m	12.7 m
da 41 a 60 cm	5.6 m	8.4 m	11.2 m	14.0 m	15.4 m
da 61 a 80 cm	6.4 m	9.6 m	12.8 m	16.0 m	17.6 m
da 81 a 100 cm	7.0 m	10.5 m	14.0 m	17.5 m	19.3 m
da 101 a 200 cm	10.0 m	15.0 m	20.0 m	25.0 m	27.5 m
da 201 a 400 cm	14.0 m	21.0 m	28.0 m	35.0 m	38.5 m
da 401 a 620 cm	17.5 m	26.3 m	35.0 m	43.8 m	48.2 m

**LAUS più vicino**

Descrizione/utilizzo del LAUS più vicino:

Distanza diretta di questo LAUS dal centro geometrico del tratto di linea più vicino: m

**Risultato:**

- La distanza diretta del LAUS rispetto al tratto di linea più vicino è superiore alla distanza indicativa  $r$ .  
 → Il VLImp è rispettato in tutti i LAUS. Riportato al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica con annotazione «Distanza indicativa rispetto al LAUS più vicino rispettata»
- La distanza laterale del LAUS più vicino dall'asse della linea è inferiore a 20 m oppure è inferiore al doppio della distanza indicativa  $r$ .  
 → Allegare la sezione trasversale attraverso questo LAUS: Allegato

**3 Combinazione determinante delle direzioni di carico****Tratti a 50 Hz**

Tratto m / tratto n	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Certeza del risultato***	Osservazioni
/				
/				
/				

\* possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* possibili registrazioni: stima; registrazione di esercizio

\*\*\* possibili registrazioni: certo; incerto. Se viene inserito «incerto» ciò deve essere segnalato al punto 3.1 o 3.2 della parte principale del modulo di notifica

**Anelli a 16.7 Hz**

Anello i / anello j	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Certeza del risultato***	Osservazioni
/				
/				
/				

\* possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* possibili registrazioni: stima; registrazione di esercizio

\*\*\* possibili registrazioni: certo; incerto. Se viene inserito «incerto» ciò deve essere segnalato al punto 3.1 o 3.2 della parte principale del modulo di notifica

Osservazioni:

**4 Verifica dell'occupazione di fase**Grafico dell'occupazione di fase **attuale** in allegato:Grafico dell'occupazione di fase **ottimale** in allegato:

Modellazione per l'identificazione dell'occupazione di fase ottimale in allegato:

**Risultato:**

- L'occupazione di fase attuale è ottimale.  
 → Riportato al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica, con la nota «Occupazione di fase ottimizzata»
- L'occupazione di fase attuale non è ottimale

## 5 Rispetto del VLImp nel LAUS: accertamento dettagliato

### Correnti determinanti

ID tratto/anello	Sezione/materiale	Corrente limite termica (A)	Corrente determinante (A) *	Osservazioni
	/			
	/			
	/			
	/			

\* Se la corrente determinante è più bassa della corrente limite termica, ciò dovrà essere annotato al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica.

### Perimetro di indagine

Documentazione della determinazione del perimetro di legittimazione in allegato

Documentazione della determinazione del perimetro di indagine in allegato

→ Indicare il perimetro di indagine nel piano d'insieme.

### LAUS all'interno del perimetro d'indagine

N. LAUS	Posizione	Descrizione/utilizzo	Sezione trasversale (n. allegato)	Osservazioni

### Risultato:

Tutti i LAUS si trovano al di fuori dell'isolinea a 1  $\mu$ T. Il VLImp è rispettato.

→ Riportato al punto 3.1 della parte principale del modulo di notifica con la seguente annotazione: «VLImp rispettato in tutti i LAUS».

## > Allegato 3

### A3 **Modulo di notifica: Distanza di progettazione per nuove zone edificabili in presenza di una linea ad alta tensione**

#### A3-1 **Istruzioni per la compilazione del modulo di notifica**

Normalmente le nuove zone edificabili programmate sono delimitate localmente e toccano le linee ad alta tensione esistenti o programmate solo per una sezione relativamente breve. Si può quindi ritenere che sul tratto di linea sottoposto a valutazione la configurazione della linea (disposizione dei conduttori, numero dei tratti di linea, stato di esercizio determinante) non cambi. Il modulo di notifica è stato perciò predisposto per una sola configurazione. Se, in un caso eccezionale, dovesse essere sottoposta a valutazione più di una configurazione, il tratto di linea dovrà essere suddiviso in sottosezioni e per ogni sottosezione dovrà essere compilato un modulo di notifica.

Un modello in formato word relativo al modulo di notifica che consente di adeguare automaticamente le caselle della tabella alla lunghezza dei dati inseriti può essere scaricato dal sito Internet dell'UFAM ([www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/index.html?lang=it)). Si raccomanda di utilizzare esclusivamente questo modello per la compilazione dei moduli di notifica.

#### A3-1.1 **Punto 1: Dati generali**

La denominazione (ad ampio raggio) della linea.

Denominazione della linea

Denominazione della sezione di linea trattata nel presente modulo di notifica.

Sezione di linea valutata

Esempi:

- > tralicci da 10 a 12;
- > lungo le parcelle 1013 e 1014.

#### A3-1.2 **Punto 2: Dati tecnici**

Devono essere indicati i dati tecnici dell'impianto per il quale viene calcolata la distanza di progettazione. Per le linee esistenti devono essere indicati i dati relativi all'impianto e lo stato di esercizio determinante conformemente all'approvazione dei piani. Per le linee progettate per le quali è già stata avviata la procedura di approvazione dei piani (PAP), sono determinanti i dati contenuti nel piano presentato. Se la linea è stata progettata ma non è ancora stata avviata la PAP, devono essere inseriti dati ritenuti plausibili, relativi alla disposizione dei conduttori, all'occupazione di fase e all'esercizio.



## A3-1.2.1 Punto 2.1: Elenco dei tratti di linea

Nella tabella vengono indicati i tratti di linea e gli anelli appartenenti all'impianto. Nel caso di linee parallele è necessario verificare e documentare nell'allegato, conformemente al capitolo 2.1.3, quali tratti di linea vengono considerati come un unico impianto.

In merito alle singole colonne della tabella

Possibili registrazioni:

- > linea aerea;
- > linea in cavo.

Tipo di linea

Qui viene indicata – per ogni tratto di linea – la corrente determinante (capitolo 2.4.1) conformemente all'approvazione dei piani. Se questo valore non è stato fissato nell'approvazione dei piani oppure se la linea è in fase di progettazione, dovrà essere inserito il valore della corrente limite termica.

Corrente determinante

## A3-1.2.2 Punto 2.2: Combinazione determinante delle direzioni di carico

Questo punto deve essere compilato per gli impianti che comprendono due o più tratti di linea aventi la medesima frequenza.

Informazioni generali dettagliate relative a questi dati di esercizio sono riportati nei capitoli 2.4.2 e 8.6.

Nella tabella «Tratti a 50 Hz» deve essere compilata una riga per ogni coppia di tratti a 50 Hz che sono indicati nella tabella al punto 1. Lo stesso vale per gli anelli a 16.7 Hz. Le combinazioni di due tratti aventi frequenza diversa non vengono prese in considerazione.

Per due tratti si effettua una registrazione (una coppia), per tre tratti se ne effettuano tre, per quattro tratti se ne effettuano sei ecc.

In merito alle singole colonne delle tabelle

Possibili registrazioni:

- > nella stessa direzione;
- > in direzioni opposte;
- > disaccoppiate.

Combinazione determinante delle direzioni di carico

Occorre precisare se per gli accoppiamenti indicati è stata eseguita una stima qualitativa oppure se è stata effettuata un'analisi dei dati di carico come indicato nel capitolo 8.6. In quest'ultimo caso andrà allegato il risultato dell'analisi statistica e nella tabella si dovrà fare riferimento a questo allegato.

Base

**A3-1.3 Punto 3: Distanza di progettazione**

Per la presente disposizione dei conduttori, l'occupazione di fase e le grandezze di esercizio secondo il punto 2 l'isolinea a  $1 \mu\text{T}$  della densità del flusso magnetico sul piano perpendicolare all'asse della linea (capitolo 8.1.4) viene modellata e rappresentata graficamente in un allegato sotto forma di sezione trasversale. La massima estensione laterale dell'isolinea a  $1 \mu\text{T}$  corrisponde alla distanza di progettazione.

Su un piano d'insieme in scala adeguata la distanza di progettazione verrà indicata sotto forma di corridoio.

# Modulo di notifica

## Distanza di progettazione per nuove zone edificabili in presenza di linee ad alta tensione

### 1 Dati generali

Denominazione della linea:

Sezione di linea valutata:

Linea esistente:

Linea programmata:

Ditte interessate: Titolare della linea 1:

Titolare della linea 2:

Titolare della linea 3:

Numero dell'approvazione dei piani:

### 2 Dati tecnici

#### 2.1 Elenco dei tratti di linea

È presente solo una linea.

Sono presenti linee parallele. L'accertamento relativo ai tratti di linea da includere si trova nell'allegato

#### Tratti o anelli appartenenti all'impianto

ID tratto/anello	Denominazione	Titolare	Tipo di linea*	Tensione nominale (kV)	Frequenza	Corrente determinante (A)

\* Possibili registrazioni: linea aerea; linea in cavo

- Per ogni frequenza è presente un solo tratto di linea o un solo anello.  
 → Le direzioni di carico non sono rilevanti per il calcolo della distanza di progettazione. Il punto 2.2 non deve essere compilato.
- Sono presenti due o più tratti di linea/anelli aventi la medesima frequenza.  
 → Le direzioni di carico sono rilevanti per il calcolo della distanza di progettazione. Il punto 2.2 deve essere compilato.

Osservazioni:

---

## 2.2 Combinazione determinante delle direzioni di carico

### Tratti a 50 Hz

Tratto m / tratto n	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Osservazioni
/			
/			
/			

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; registrazione di esercizio

### Anelli a 16.7 Hz

Anello i / anello j	Combinazione determinante delle direzioni di carico*	Base**	Osservazioni
/			
/			
/			

\* Possibili registrazioni: nella stessa direzione; in direzioni opposte; disaccoppiate

\*\* Possibili registrazioni: stima; registrazione di esercizio

Osservazioni:

---

## 3. Distanza di progettazione

La distanza di progettazione è di: \_\_\_\_\_ m a partire dall'asse della linea.

## 4. Allegati (indicare numero esatto)

Piano della disposizione dei conduttori

Sezione trasversale con isolinea a 1  $\mu$ T

Piano d'insieme

Identificazione dei tratti di linea appartenenti all'impianto nel caso di linee parallele

Data:

Firma:

Timbro della ditta:

## > Allegato 4

A4

### Corrente limite termica di linee aeree

Corrente limite termica (carico di corrente permanente ammissibile) dei conduttori di linea comunemente impiegati e dei fili all'aperto a una temperatura ambiente di 40 °C e con una velocità dell'aria di 0.5 m/s conformemente a «Recommandations relatives à l'intensité de courant admissible en permanence dans les conducteurs aériens», SEV n. 198/A1.1960 e 198.1952.

**Tab. 4 > Conduttore di linea in rame, alluminio o Aldrey.**

Diametro fune (mm)	Sezione fune (mm <sup>2</sup> )	Corrente limite termica (Ampere)		
		Materiale conduttori		
		Rame (Cu)	Alluminio (Al)	Aldrey (Ad)
5.10	16	110		85
6.42	25	145	125	115
7.56	35	175	160	150
9.06	50	220	200	190
10.90	70	280	250	240
12.60	95	340	305	290
14.20	120	400	355	340
15.90	150	460	410	395
17.60	185	525	470	450
20.10	240	625	560	535
22.50	300	720	645	620
26.10	400	870	780	745
29.00	500	-	890	860
30.50	550	-	950	915
31.90	600	-	1000	960

Per i conduttori con fasci doppi, tripli o quadrupli la corrente limite termica ha un valore pari al doppio, triplo o quadruplo del valore indicato nella tabella.

**Tab. 5 > Conduttore di linea in alluminio/acciaio e Aldrey/acciaio.**

Diametro fune (mm)	Sezione nominale Al o Ad + Acciaio (mm <sup>2</sup> )	Corrente limite termica (Ampère)	
		Materiale conduttori	
		Alluminio/acciaio	Aldrey/Acciaio
5.10	14 + 2		80
6.42	21 + 4	115	110
7.56	30 + 5	145	140
9.06	43 + 7	185	175
10.90	60 + 10	230	220
12.60	77 + 18	280	270
14.20	97 + 23	325	310
15.90	122 + 28	370	355
17.60	150 + 35	425	405
20.10	195 + 45	505	480
22.50	243 + 57	580	-
22.50	265 + 35	-	580
26.10	355 + 45	735	700
29.00	440 + 60	850	815
30.50	485 + 65	900	860
31.90	530 + 70	950	910

Per i conduttori con fasci doppi, tripli o quadrupli la corrente limite termica ha un valore pari al doppio, triplo o quadruplo del valore indicato nella tabella.

**Tab. 6 > Fili in rame o Aldrey.**

Diametro filo (mm)	Sezione filo (mm <sup>2</sup> )	Corrente limite termica (Ampere)	
		Materiale conduttori	
		Rame (Cu)	Aldrey (Ad)
4	12.5	90	75
5	19.6	120	100
6	28.3	150	125
7	38.5	180	155
8	50.2	215	185

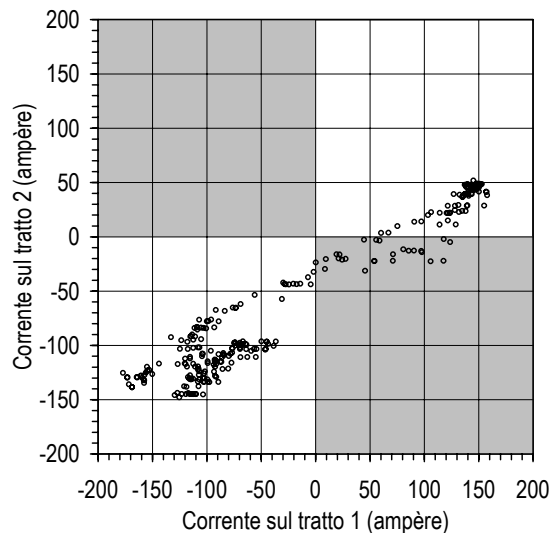
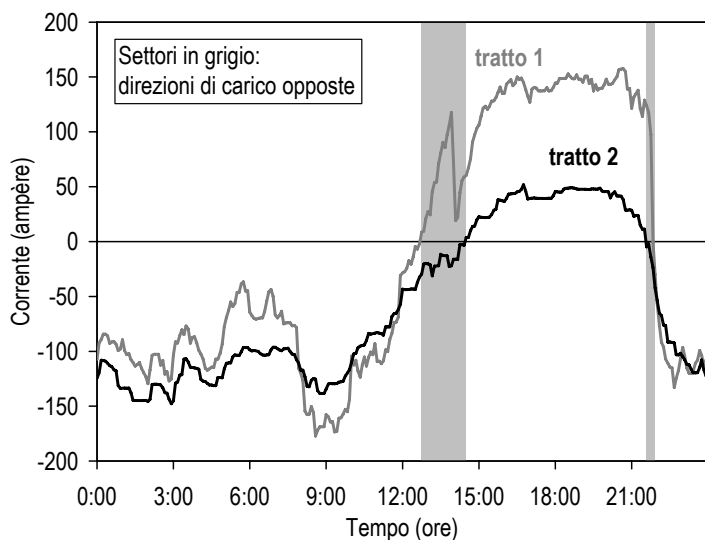
## > Allegato 5

### A5 **Combinazione determinante delle direzioni di carico di due tratti di linea**

Nel capitolo 2.4.2 si è accertato che per definire lo stato di esercizio determinante le direzioni di carico di due tratti di linea in generale non possono essere considerate isolate. Anzi, in particolare se si verificano cambi di direzione di carico, è necessario tener conto della correlazione temporale delle direzioni del carico.

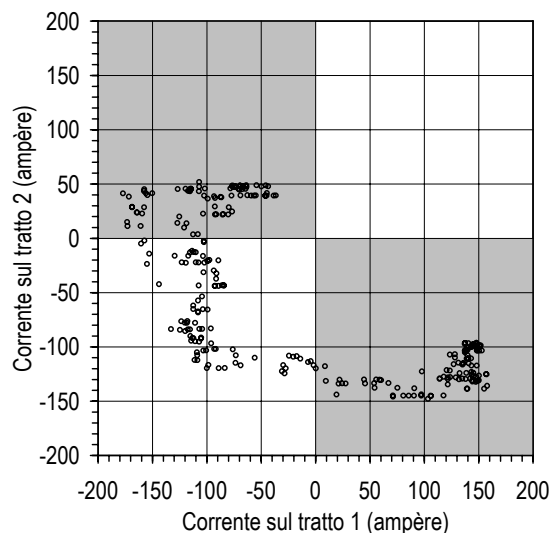
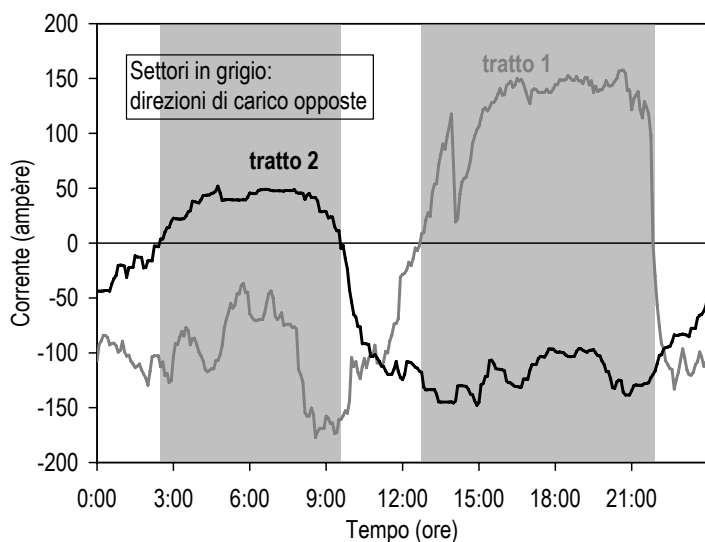
Ciò viene illustrato di seguito prendendo ad esempio una linea a due tratti che cambia due volte al giorno la direzione di carico su entrambi i tratti. Il tratto di linea 1 trasporta l'energia per il 62% del giorno, il tratto 2 per il 70% del giorno in una direzione (correnti di segno negativo) e per il tempo restante l'energia viene trasportata nella direzione opposta. Nella figura 15 sono rappresentati i profili di carico di questi due tratti di linea e l'analisi statistica secondo il capitolo 8.6.2 nel caso in cui i cambi di direzione su entrambi i tratti avvenga all'incirca nello stesso momento. Per motivi di semplificazione, la rappresentazione si riferisce solo a una finestra temporale di 24 ore. Il coefficiente di correlazione  $k$  è di 0.82, la combinazione determinante delle direzioni di carico quindi, come ci si attendeva dalla rappresentazione grafica, è nella stessa direzione. Si ottiene il risultato opposto quando entrambi i profili temporali della figura 15 vengono spostati di 12 ore uno rispetto all'altro. Il coefficiente di correlazione  $k$  è qui di -0.44, la combinazione determinante delle direzioni di carico è quindi in direzione opposta. Questo esempio mostra che non è sufficiente considerare ogni tratto di linea separatamente. È infatti necessario prendere in considerazione la correlazione temporale di entrambi i profili di carico.

**Fig. 15** > Linea a due tratti con carichi nella stessa direzione.



a sinistra: profilo temporale delle correnti durante 24 ore  
 a destra: analisi statistica delle correnti conformemente al capitolo 8.6.2  
 Coefficiente di correlazione  $k = 0.82$

**Fig. 16** > Linea a due tratti con carichi in direzioni opposte.



a sinistra: profilo temporale delle correnti durante 24 ore  
 a destra: analisi statistica delle correnti conformemente al capitolo 8.6.2  
 Coefficiente di correlazione  $k = -0.44$



## > Allegato 6

### A6 Stima dell'incertezza delle misurazioni di collaudo

#### A6-1 Procedura generale

Il risultato finale di una misurazione di collaudo conformemente al capitolo 8.2 la differenza  $\Delta B$  tra la densità del flusso magnetico misurata ( $B_{mis}$ ) e modellata ( $B_{mod}$ ) in un luogo determinato e ad un'ora determinata:

$$\Delta B = | B_{mess} - B_{mod} | \quad (9)$$

Minore è il valore  $\Delta B$  tanto più il risultato della misurazione della densità del flusso magnetico concorda con quello della modellazione.

$\Delta B$  presenta un certo grado di incertezza che deve essere determinato in ogni singolo caso. La concordanza tra misurazione e modellazione può essere prevista soltanto entro questo margine di incertezza.

In metrologia si utilizzano i concetti di **incertezza di misurazione standard** e **incertezza di misurazione estesa**.

- > L'incertezza di misurazione standard corrisponde alla deviazione standard della distribuzione di una grandezza da misurare. Spesso questo valore non è noto e deve essere calcolato/stimato sulla base di specifiche dell'apparecchiatura o dell'esperienza.
- > L'incertezza di misurazione estesa definisce la zona entro la quale – con una certa probabilità – si trova la grandezza da misurare (normalmente viene stabilita una probabilità del 95%). Per una grandezza normalmente distribuita (secondo la curva di Gauss) l'incertezza di misurazione estesa per un intervallo di confidenza del 95% è più grande dell'incertezza di misurazione standard di 1.96 volte. In metrologia questo fattore viene normalmente arrotondato al valore 2.

Per calcolare l'incertezza totale estesa  $U$  vengono indicati tutti i fattori di influenza che possono incidere sul risultato della misurazione e della modellazione. Innanzitutto, per ogni singolo fattore di influenza  $p$  viene stimata singolarmente l'incertezza  $U_p$  corrispondente. Sulla base di questa incertezza viene quindi calcolata, con un divisore specifico  $k_p$ , l'incertezza standard  $u_p$  per la distribuzione statistica presunta. Le quote di incertezza così normate  $u_p$  vengono poi aggiunte all'incertezza standard totale  $u$ . Queste due operazioni sono riassunte nell'equazione (10).

$$u = \sqrt{\sum_p u_p^2} = \sqrt{\sum_p \left(\frac{U_p}{k_p}\right)^2} \quad (10)$$

Dalla incertezza standard totale  $u$  si ricava infine l'incertezza totale estesa  $U$  secondo la formula

$$U = 2 \cdot u \quad (11)$$

Dove:

$p$	indice dei singoli fattori di influenza
$k_p$	divisore relativo al fattore di influenza $p$ relativo alla riduzione all'incertezza standard
$u_p$	incertezza standard del fattore di influenza $p$
$u$	incertezza standard della misurazione di collaudo (tutti i fattori di influsso combinati)
$U_p$	valore specificato/stimato dell'incertezza del fattore di influenza $p$
$U$	incertezza estesa della misurazione di collaudo (tutti i fattori di influsso combinati)

Per la scelta del divisore  $k_p$  relativo al calcolo di  $U_p$  rispetto all'incertezza standard  $u_p$  si applicano le seguenti regole:

- > dati relativi all'incertezza che si ricavano da un certificato di taratura normalmente devono essere considerati come valori con confidenza del 95 % di una distribuzione normale. Il divisore per il calcolo dell'incertezza standard in questo caso è  $k = 2$  ;
- > i dati relativi all'incertezza nelle specifiche della scheda tecnica devono essere considerati valori massimi di una distribuzione rettangolare. Il divisore per il calcolo dell'incertezza standard è  $k = \sqrt{3}$  .

## A6-2 Esempio

Per maggiore chiarezza nel seguito viene presentato e calcolato un esempio vicino alla realtà. Tutte le incertezze, comprese le funzioni di distribuzione ipotizzate, possono cambiare a seconda della situazione (ad eccezione dei parametri per i valori forfettari).

L'esempio riguarda una linea aerea a due tratti a 380 kV con tralicci a tre traverse. La densità del flusso magnetico è stata misurata a una distanza laterale di 45 metri dall'asse della linea. Il punto di misurazione si trovava a 12 m sotto al conduttore più basso.

### A6-2.1 Misurazione della densità del flusso magnetico

L'intensità del campo magnetico è stata misurata e registrata per 30 minuti. Di tale registrazione è stato scelto un intervallo di due minuti durante i quali la densità del flusso magnetico era elevata e stabile. Il valore medio della densità del flusso magnetico  $B_{mis}$  in questi due minuti era di  $1.4 \mu\text{T}$ , la deviazione standard del valore medio  $0.035 \mu\text{T}$ .

L'incertezza dello strumento di misura è indicata nella scheda tecnica con un valore del  $\pm 3\%$  e corrisponde a  $0.042 \mu\text{T}$ . In questo valore sono comprese deviazioni assolute, deviazioni di linearità, di frequenza e di isotropia e variazioni dipendenti da temperatura e umidità. Tale indicazione deve essere considerata come limite superiore e inferiore di una distribuzione rettangolare. Questi dati sono riassunti nella tabella 7.

**Tab. 7 > Incertezza della misurazione della densità del flusso magnetico.**

*B<sub>mis</sub>: 1.4  $\mu\text{T}$ .*

Fattore di influenza $p$	Incertezza del fattore di influenza		Provenienza dei dati	Distribuzione	Divisore	Incertezza standard $u_p$ ( $\mu\text{T}$ )
	(%)	( $\mu\text{T}$ )				
Taratura apparecchiatura di misurazione	$\pm 3$	$\pm 0.042$	Scheda tecnica	rettangolare	1.73	$\pm 0.024$
Formazione valore medio temporale			Deviazione standard del valore medio	--	--	$\pm 0.035$

### A6-2.2 Misura delle correnti

La corrente sul tratto di linea di destra, più vicino al punto di misura, era di  $1200 \text{ A}$ , quello sul tratto di sinistra, più distante dal luogo di misurazione, era di  $800 \text{ A}$ . Sulla base dei dati di taratura del dispositivo di misurazione della corrente si calcola un'incertezza di misurazione per le correnti di  $\pm 5\%$ . Questo valore deve essere considerato come intervallo di confidenza al  $95\%$  di una distribuzione normale. Ad esso si aggiunge un contributo forfettario di  $\pm 2.5\%$  (incertezza standard) per la formazione del valore medio temporale e deviazioni dal carico simmetrico ideale dei singoli conduttori di fase. Questi dati sono riassunti nella tabella 8 (tratto destro della linea) e nella tabella 9 (tratto sinistro della linea). Il risultato non rientra direttamente nella stima dell'incertezza totale, ma serve come input per la modellazione complementare conformemente al capitolo A6-2.3.

**Tab. 8 > Incertezza di misurazione della corrente (tratto destro di linea).***I<sub>mis</sub>: 1200 A.*

Fattore di influenza	Incertezza del fattore di influenza		Provenienza dei dati	Distribuzione	Divisore	Incertezza standard (A)
	(%)	(A)				
Dispositivo di misurazione	± 5	± 60	Certificato di taratura	normale	2	± 30
Nonidealità forfettarie	± 2.5	± 30	Incertezza standard di default	--	--	± 30
Totale						± 42

**Tab. 9 > Incertezza di misurazione della corrente (tratto sinistro di linea).***I<sub>mis</sub>: 800 A.*

Fattore di influenza	Incertezza del fattore di influenza		Provenienza dei dati	Distribuzione	Divisore	Incertezza standard (A)
	(%)	(A)				
Dispositivo di misurazione	± 5	± 40	Certificato di taratura	normale	2	± 20
Nonidealità forfettarie	± 2.5	± 20	Incertezza standard di default	--	--	± 20
Totale						± 28

**A6-2.3 Effetto dell'incertezza delle correnti sulla densità del flusso magnetico modellata**

La modalità secondo cui l'incertezza delle correnti influisce sulla densità del flusso magnetico modellata  $B_{mod}$  dipende fortemente dalla situazione concreta e dallo stato di esercizio della linea e non può essere prevista genericamente. L'aumento della corrente di un tratto di linea in un caso può comportare un aumento, nell'altro una riduzione, della densità del flusso magnetico. L'effetto deve quindi essere determinato numericamente in ogni singolo caso con l'aiuto del modello di calcolo. Per far ciò la modellazione viene avviata di nuovo e la corrente sul tratto di linea viene incrementata della incertezza standard determinata nella tabella 8. Gli altri parametri restano invariati. Come risultato della nuova modellazione si ottiene una densità del flusso magnetico leggermente modificata  $B'_{mod}$ . La differenza  $|B_{mod}-B'_{mod}|$  corrisponde all'incertezza standard della densità del flusso magnetico modellata a seguito dell'incertezza standard della corrente in questione. Questa nuova modellazione viene effettuata una volta per ogni tratto di linea, in questo esempio viene quindi effettuata due volte. Al secondo passaggio la corrente del tratto di linea sinistro viene aumentata dell'incertezza standard determinata nella tabella 9. Il risultato della modellazione complementare è raccolto nella tabella 10.

**Tab. 10 > Effetto dell'incertezza delle correnti sulla densità del flusso magnetico modellata.** $B_{mod} : 1.510 \mu T$  (per correnti di 800 / 1200 A).

Fattore di influenza $p$	Correnti per la modellazione (A)		Densità del flusso magnetico modellato ( $\mu T$ )	
	a sinistra	a destra	Risultato della modellazione	Incertezza standard
			$B'_{mod}$	$u_p = \pm  B_{mod} - B'_{mod} $
Corrente a sinistra	828	1200	1.486	$\pm 0.024$
Corrente a destra	800	1242	1.586	$\pm 0.076$

**A6-2.4 Risultato finale della misurazione di collaudo**

Lo scarto  $\Delta B$  fra la misurazione e la modellazione della densità del flusso magnetico secondo l'equazione (9) è

$$\Delta B = 1.51 - 1.40 \mu T = 0.11 \mu T$$

L'incertezza totale risulta da tutti i contributi indicati nelle tabelle 7 e 10 più un contributo forfettario del  $\pm 3\%$  per l'incertezza del modello e della determinazione della distanza. Questi contributi sono raccolti nella tabella 11.

**Tab. 11 > Incertezza totale della misurazione di collaudo.**

	Fattore di influenza $p$	Incertezza standard $u_p$ ( $\mu T$ )
Misurazione della densità del flusso magnetico	Dispositivo di misurazione	$\pm 0.024$
	Formazione del valore medio temporale	$\pm 0.035$
Modellazione	Corrente a sinistra	$\pm 0.024$
	Corrente a destra	$\pm 0.076$
	Modello, contributo forfettario ( $\pm 3\%$ )	$\pm 0.045$
Incertezza standard totale	$u = \sqrt{\sum_p u_p^2}$	$\pm 0.101 \mu T$
Incertezza estesa totale	$U = 2 \cdot u$	$\pm 0.202 \mu T$

- > La differenza tra misurazione e modellazione è di  $0.11 \mu T$ .
- > Questo valore presenta un'incertezza estesa di  $\pm 0.202 \mu T$ .
- > La differenza è inferiore alla incertezza. Misurazione e modellazione concordano, quindi, in merito all'incertezza.
- > Il modello di calcolo viene quindi considerato convalidato.

---

## > Allegato 7

### A7 **Requisiti per l'adattamento di vecchi impianti**

Se un impianto autorizzato prima del 1° febbraio 2000 (vale a dire un «vecchio impianto» ai sensi dell'ORNI) deve essere adattato, esso deve soddisfare requisiti diversi, nell'ambito della limitazione preventiva delle emissioni dell'ORNI, a seconda del tipo di progetto. Determinati adeguamenti sono considerati «modifica di un vecchio impianto», altri fanno sì che un vecchio impianto acquisisca lo status di nuovo impianto. Per quanto riguarda gli altri adattamenti, l'ORNI non contempla prescrizioni specifiche se detti adeguamenti non comportano alcuna modifica della densità del flusso magnetico nello stato di esercizio determinante. Si applicano quindi i requisiti previsti per i «vecchi impianti».

Le definizioni e i requisiti sono illustrati in dettaglio nei capitoli 2.5, 2.6 e 3.1. Per un rapido riepilogo i progetti più frequenti sono riportati nella tabella 12, classificate in base alle tre categorie. Tale classificazione vale solo per le sezioni di linea che devono effettivamente essere adattate.

Questa tabella non è utilizzabile per ristrutturazioni di impianti che sono stati autorizzati a partire dal 1° febbraio 2000 («nuovi impianti» ai sensi dell'ORNI). Per le ristrutturazioni di questi impianti valgono in ogni caso i requisiti per i nuovi impianti, anche in caso di adattamenti successivi.

Tab. 12 &gt; Progetti per vecchi impianti.

Progetto	Tipo di linea	Criteri (cumulativi)	ORNI: Requisiti per			Capitolo
			vecchi impianti	modifica di un vecchio impianto	nuovi impianti	
Trasferimento di tralicci	Linee aeree	Un singolo traliccio	X			2.5.2
		Due o più tralicci successivi			X	
Trasferimento del blocco di tubi	Linee in cavo				X	2.5.2
Sostituzione di tralicci	Linee con aste di legno	Su tracciato esistente	X			2.5.3, 2.6.4
	Linee aeree su pali in calcestruzzo e tralicci	<ul style="list-style-type: none"> <li>• su fondazioni esistenti</li> <li>• medesima altezza, stesso tipo di traliccio</li> </ul>	X			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• un singolo palo su nuova fondazione</li> <li>• medesima altezza, stesso tipo di traliccio</li> </ul>	X			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• due o più pali successivi</li> <li>• nuove fondazioni</li> </ul>			X	2.5.3
Aumento dei tralicci	Linee aeree	Su fondazioni esistenti		X		2.6.1
Posa di un tratto di linea supplementare	Linee aeree	Su tralicci esistenti		X		
Tiraggio di ulteriori cavi a un conduttore	Linee in cavo	In tubi vuoti già esistenti		X		
Tiraggio di ulteriori cavi a un conduttore in un blocco di tubi vuoto	Linee in cavo	Autorizzazione per il blocco di tubi prima dell'1/2/2000	X			2.5.1, 2.6.1
Sostituzione delle traverse	Linee aeree	Posizione dei punti di sospensione (tipo di traliccio) invariata	X			2.6.4
		Posizione dei punti di sospensione (tipo di traliccio) modificata		X		2.6.1
Nuova linea parallela ad una già esistente	Linee aeree e in cavo	Linea già esistente e linea nuova costituiscono complessivamente un nuovo impianto		X		2.1.3, 2.6.1
Modifica dell'occupazione di fase	Linee aeree e in cavo	Almeno due tratti di linea con la stessa frequenza		X		2.6.3
Sostituzione dei conduttori	Linee aeree	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente limite termica invariata</li> <li>• Freccia invariata</li> </ul>	X			2.6.4
		Corrente limite termica più elevata e/o freccia più grande		X		2.6.2
	Linee in cavo	Corrente limite termica invariata	X			2.6.4
		Corrente limite termica più elevata		X		2.6.2
Aumento della tensione	Linee aeree	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posizione dei punti di sospensione dei conduttori invariata</li> <li>• Corrente limite termica invariata</li> </ul>	X			2.6.4
Lavori di manutenzione	Linee aeree e in cavo	Senza influenza sulla densità del flusso magnetico nello stato di esercizio determinante	X			2.6.4

## > Abbreviazioni / Glossario

Termine/abbreviazione	Significato/spiegazione	Capitolo
Anello	I due conduttori di fase di un circuito negli elettrodotti delle ferrovie. Per le linee a corrente alternata trifase vedere <i>tratto di linea</i> .	
Angolo di carico	Sfasamento fra corrente e tensione.	8.2.2
Angolo di fase	Relazione di fase della corrente di un conduttore di fase rispetto a un riferimento. Nella corrente alternata trifase gli angoli ideali sono 0, -120°, 120°.	8.1.4
Campo elettrico	Viene emesso dai conduttori che sono sotto tensione. È rilevante per le linee aeree. Nelle linee in cavo il campo elettrico viene schermato dal rivestimento del cavo e dal terreno.	
Campo magnetico	Viene emesso dai conduttori che trasportano correnti. È rilevante sia per le linee aeree sia per quelle in cavo.	
Combinazione determinante delle direzioni di carico	Per la definizione e le spiegazioni vedere il testo.	2.4.2, 8.6
Corrente determinante	Per la definizione vedere il testo.	2.4.1
Corrente limite termica	Per la definizione vedere il testo.	2.4.1, A4
Densità del flusso magnetico	Una misura dell'intensità del campo magnetico. Simbolo: $B$ Unità: tesla (nell'aiuto all'esecuzione sempre microtesla, $\mu T$ )	
Direzione di carico	Direzione nella quale viene trasportata l'energia elettrica.	
Distanza di pianificazione	Distanza da rispettare rispetto a una linea esistente o pianificata, definita come tale nella legislazione sulla pianificazione del territorio in occasione della delimitazione di nuove zone edificabili	A3
Distanza indicativa	Distanza da una linea ad alta tensione in cui il valore limite dell'impianto viene rispettato con certezza nello stato di esercizio determinante. Si tratta di un dato conservativo per il caso più sfavorevole. Applicabile soltanto per le linee a uno o due tratti.	8.3
EIA	Esame d'impatto ambientale	
ESTI	Ispettorato federale degli impianti a corrente forte	1.1
Frequenza	Numero di oscillazioni per secondo. Simbolo: $f$ Unità: hertz (Hz). Corrente alternata trifase: 50 Hz Corrente ferroviaria: 16.7 Hz	
Intensità del campo elettrico	Misura dell'intensità del campo elettrico. Simbolo: $E$ Unità: volt per metro, V/m	
Intensità di corrente	Simbolo: $I$ Unità: ampère (A)	
Isolinea della densità del flusso magnetico	Una linea su un piano o su una sezione trasversale che collega i luoghi aventi la stessa densità del flusso magnetico. Nella presente pubblicazione viene spesso impiegata l'isolinea a 1 $\mu T$ . Tale linea delimita l'area dove, nello stato di esercizio determinante, viene superato il valore limite dell'impianto.	
LAUS	Luoghi a utilizzazione sensibile	2.7
Limitazioni preventive delle emissioni	Per la definizione e le spiegazioni vedere il testo	3.1
Linea ad alta tensione	Linea elettrica con una tensione nominale di almeno 1000 V (tensione alternata) o 1500 V (tensione continua)	
LPAmb	Legge federale sulla protezione dell'ambiente, RS 814.01	
LPT	Legge federale sulla pianificazione del territorio, RS 700	
LSBD	Locali e spazi di soggiorno di breve durata	2.8



Termine/abbreviazione	Significato/spiegazione	Capitolo
LTras	Legge federale sul principio della trasparenza dell'amministrazione (legge sulla trasparenza), RS 152.3	4.2
Misurazione di collaudo	Approccio integrale per la convalida del <i>modello di linea</i> . Comprende la misurazione della densità del flusso magnetico, dei parametri di esercizio della linea, della distanza fra linea e luogo di misurazione nonché la modellazione della densità del flusso magnetico.	8.2
Misurazione orientativa	Misurazione della densità del flusso magnetico senza registrare contemporaneamente i parametri di esercizio della linea	8.2.1
Modifica di un impianto	Definizione e requisiti secondo l'ORNI: vedere testo	2.6; 3.1.3; A7
Modello di linea	Un gruppo di parametri che caratterizza geometricamente ed elettricamente una linea ad alta tensione. Questi parametri servono come input per il programma di calcolo ai fini della modellazione della densità del flusso magnetico e dell'intensità del campo elettrico.	8.1.2
Nuovo impianto	Approvazione dei piani passata in giudicato dall'1/2/2000	2.5; A7
OIEF	Ordinanza sulle installazioni elettriche delle ferrovie, RS 734.42	
OLEI	Ordinanza sulle linee elettriche, RS 734.31	
OPIE	Ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti elettrici, RS 734.25	
ORNI	Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti, RS 814.710	
PA	Legge federale sulla procedura amministrativa, RS 172.021	4.1
PAP	Procedura di approvazione dei piani	
Perimetro di indagine	Corridoio che comprende una linea ad alta tensione, nel quale il valore limite dell'impianto relativo alla densità del flusso magnetico può essere superato a seconda dell'altezza dal suolo. Per i luoghi a utilizzazione sensibile all'interno di questo perimetro è necessario determinare la densità del flusso magnetico e dichiararla nella scheda dei dati sul sito.	2.9.1; 8.5.2
Perimetro di legittimazione	Un corridoio che comprende una linea ad alta tensione esistente o progettata. Il soggiorno prolungato o la proprietà del fondo in questo perimetro dà diritto a opposizione o ricorso nella procedura di approvazione dei piani.	2.9.2; 8.5.1
PSE	Piano settoriale elettrodotti	3.3; 7.2
Risanamento	Misure necessarie per un vecchio impianto al fine di rispettare i requisiti dell'ORNI: ottimizzazione dell'occupazione di fase o misure per rispettare il valore limite d'immissione per l'intensità del campo elettrico. Sono esclusi i lavori di manutenzione e ammodernamento per garantire la sicurezza tecnica.	3.1.2; 3.2; 6; A2
Sottosezione	Se necessario, la sezione di linea da sottoporre a valutazione viene suddivisa in sottosezioni. La sottosezione è caratterizzata dal fatto che lo stato secondo l'ORNI, il numero di tratti di linea, la disposizione dei conduttori e lo stato di esercizio determinante rimangono invariati per tutta la sua lunghezza.	A1; A2
Stato di esercizio determinante	Un determinato stato di esercizio di una linea per il quale devono essere rispettate le limitazioni preventive delle emissioni (es. valore limite dell'impianto).	2.4
Tratto di linea	I tre conduttori di fase di un circuito nella corrente alternata trifase. Per gli elettrodotti delle ferrovie vedere <i>anello</i> .	
UFE	Ufficio federale dell'energia	1.1
UFT	Ufficio federale dei trasporti	1.1
Vecchio impianto	Approvazione dei piani passata in giudicato prima dell'1/2/2000	2.5; A7
VLI	Valore limite d'immissione	3.2
VLImp	Valore limite dell'impianto	2.3